

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет біотехнології і біотехніки
Кафедра екобіотехнології та біоенергетики

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Кузьмінський Є.В.
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ____ ” _____ 2019р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки _____ 6.051401 «Біотехнологія»
(код і назва)

на тему: «Анаеробно-аеробне біологічне очищення стічних вод міста Кропивницький і кондитерської фабрики»

Виконав (-ла): студент (-ка) 4курсу, групи БЕ-51
(шифр групи)

Мазур Ірина Володимирівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант _____
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет біотехнології і біотехніки
Кафедра екобіотехнології та біоенергетики

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки 6.051401 «Біотехнологія»
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Кузьмінський Є.В.
(підпис) (ініціали, прізвище)
«__» _____ 2019р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту
Мазур Ірини Володимирівни
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Анаеробно-аеробне біологічне очищення стічних вод міста Кропивницький і кондитерської фабрики»,

керівник проекту д.т.н., проф. Саблій Л.А. _____ ,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «__» _____ 20__ р. № _____

2. Термін подання студентом проекту _____

3. Вихідні дані до проекту: $Q_{\text{сер-доб}} = 60\,000 \text{ м}^3/\text{добу}$, $C_{\text{сум}} = 224 \text{ мг/дм}^3$, $C_{\text{сумБСКповн}} = 255 \text{ мг/дм}^3$, $C_{\text{сумПАР}} = 8,17 \text{ мг/дм}^3$. Споруди біологічного очищення – анаеробний біореактор, аеротенк, нітрифікатор.

4. Зміст пояснювальної записки: ВСТУП, РОЗДІЛ 1. ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД МІСТА КРОПИВНИЦЬКИЙ І КОНДИТЕРСЬКОЇ ФАБРИКИ. РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД В АЕРОТЕНКУ, РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ АНАЕРОБНО-АЕРОБНОГО БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД, РОЗДІЛ 4. ПРОЕКТУВАННЯ АЕРОТЕНКА, РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ, ВИСНОВКИ, ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ, ДОДАТОК А

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) технологічна схема; апаратурна схема; аеротенк-витиснювач.

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
З графічної частини	Саблій Л.А.		

7. Дата видачі завдання

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Огляд літератури		
2	Обґрунтування технології очищення стічної води		
3	Розрахунок і вибір технологічного обладнання		
4	Розробка апаратурної схеми очищення стічної води		
5	Оформлення графічної частини		
6	Ознайомлення із заходами із охорони праці		
7	Оформлення пояснювальної записки		

Студент

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

(підпис)

(ініціали, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

ЗМІСТ

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД МІСТА КРОПИВНИЦЬКИЙ І КОНДИТЕРСЬКОЇ ФАБРИКИ.

1.1. Сучасні технології очищення стічних вод кондитерської фабрики

1.1.1. Джерела утворення стічних вод на кондитерській фабриці

1.1.2. Склад і характеристика стічних вод фабрики

1.1.3. Технології попереднього очищення стічних вод кондитерської фабрики

1.1.4. Обґрунтування та вибір ефективної та економічної технології попереднього очищення стічних вод кондитерської фабрики

1.2. Вибір технології біологічного очищення стічних вод міста

1.2.1. Розрахунок витрат стічних вод

1.2.2. Розрахунок концентрації забруднень у суміші стічних вод міста і кондитерської фабрики

1.2.3. Розрахунок необхідного ступеня очищення

1.2.4. Вибір технології біологічного очищення стічних вод міста

1.2.5. Характеристика біологічного агенту – активного мулу

РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД В АЕРОТЕНКУ

2.1. Перебіг процесів в аеротенку

2.2. Характеристика кінцевого продукту

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ АНАЕРОБНО-АЕРОБНОГО БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

3.1. Сировина та матеріали

3.2. Опис технологічної схеми анаеробно-аеробного біологічного очищення стічних вод

3.3. Контроль процесу очищення стічної води

3.4. Матеріальний баланс

РОЗДІЛ 4. ПРОЕКТУВАННЯ АЕРОТЕНКА

4.1. Класифікація аеротенків

4.2. Технологічні розрахунки основних споруд

4.3. Характеристика обраного аеротенка

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

5.1. Повітря робочої зони

5.2. Виробниче освітлення

5.3. Захист від виробничого шуму та вібрації

5.4. Електробезпека

5.5. Пожежна безпека

5.6. Безпека обслуговування обладнання

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТОК А

ВСТУП

На сьогоднішній день потужний розвиток підприємств харчової промисловості, а саме кондитерських фабрик, чинить серйозний вплив на природне середовище, викликаючи його забруднення. Це пов'язано з тим, що стічні води кондитерського виробництва містять високі концентрації органічних речовин, які ускладнюють процеси очищення та роботу міських очисних споруд.

Різке збільшення кількості стічних вод створює загрозу вичерпанню прісної води у густонаселених й економічно важливих регіонах. Тому, важливим є раціональне використання і відтворення водних ресурсів, що передбачає захист їх від забруднень і виснаження, а також глибоке очищення забруднених стічних вод на очисних станціях з подальшим їх використанням в технічному водопостачанні. Виникає необхідність у розробці нових більш ефективних методів і технологій біологічного очищення стічних вод.

Стічні води кондитерських фабрик характеризуються великим вмістом жирів та завислих речовин, тому актуальним питанням є правильний вибір існуючих технологій біологічного очищення стічних вод, а також розробка нових. При виборі оптимальних технологій очищення води слід враховувати присутність різноманітних домішок та дотримуватись вимог, які впливають на якість очищення води.

Метою даного дипломного проекту є розробити ефективну технологію анаеробно-аеробного біологічного очищення стічних вод міста Кропивницький і кондитерської фабрики, запроектувати споруду для аеробного процесу очищення стічних вод – аеротенк.

Завдання, які необхідно вирішити для виконання поставленої мети:

- надати характеристику стічних вод кондитерської фабрики;
- на підставі літературних джерел виконати аналіз існуючих технологій біологічного очищення стічних вод кондитерської фабрики;

- на підставі аналізу літератури вибрати та обґрунтувати технологію попереднього біологічного очищення стічних вод кондитерської фабрики;
- вибрати ефективну технологію анаеробно-аеробного очищення стічних вод міста;
- виконати розрахунки очисних споруд прийнятої технології;
- запроектувати аеротенк;
- ознайомлення на підставі літературних джерел із заходами із охорони праці;

РОЗДІЛ 1. ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД МІСТА КРОПИВНИЦЬКИЙ І КОНДИТЕРСЬКОЇ ФАБРИКИ

Кондитерська галузь є однією з найбільш розвинутих у харчовій промисловості України. Поточні обсяги виробництва продукції галузі дозволяють не тільки забезпечувати потреби внутрішнього ринку, а й створюють значний експортний потенціал. Висока конкуренція на світовому ринку спонукає виробників кондитерської продукції шукати нові підходи для отримання популярності серед споживачів. На даний момент ринок є висококонкурентним та насиченим. Продукція кондитерської галузі умовно поділяється на борошняні, шоколадні та цукрові кондитерські вироби.

1.1. Сучасні технології очищення стічних вод кондитерської фабрики

1.1.1. Джерела утворення стічних вод на кондитерській фабриці

Асортимент кондитерських виробів надзвичайно різноманітний і кожен вид проводиться за особливою технологічною схемою. Робота кондитерського цеху будується за однаковою схемою, при цьому він може виступати як самостійний підрозділ, а може бути в складі великого харчового виробництва. Тут ведеться виготовлення різних кулінарних виробів. Кожен цех складається з підрозділів, кожне з яких виконує свої функції: в тістомісильному змішується тісто, яке надходить у відділення тісторозділення, потім випічки і обробки. Кожен кондитерський цех будується таким чином, щоб приміщення йшли в тій послідовності, в якій виконуються всі операції на виробництві. Всі операції технологічного процесу умовно поділяються на три етапи: підготовчий, основний та заключний.

На підготовчому етапі важливу роль відіграє стабільне забезпечення виробничого процесу сировиною і необхідним компонентом. На даній стадії сировина приймається і готується до зберігання, потім готується до виробництва. На основному етапі виробництва виконуються всі роботи, в ході яких виходять

кондитерські маси, формуються вироби, обробляються їх поверхні. На заключному етапі відбувається оформлення отриманої продукції в упаковку.

Джерелами утворення стічних вод є технологічні процеси, мийка апаратури, її охолодження. Основна кількість стічних вод утворюється при промивці варильних апаратів, трубопроводів, приймальних ємностей, ванн, мийки технологічного інвентарю, а також за рахунок конденсату від варіння вихідної сировини [1].

Вода питної якості на кондитерських підприємствах використовується в якості сировини, для миття обладнання, інвентарю, миття виробничих приміщень, холодильних установок, для господарсько-побутових потреб. Для охолодження технологічного обладнання на кондитерських фабриках може застосовуватись система оборотного водопостачання.

В результаті виробничого процесу на кондитерських фабриках утворюються виробничі і господарсько-побутові стічні води, які скидаються в міські водовідвідні мережі для спільного їх очищення з міськими господарсько-побутовими стоками на міських очисних спорудах каналізації [2].

Витрати стічних вод, які утворюються в результаті миття обладнання складають 60% від загальних витрат, утворених на кондитерській фабриці, витрати господарсько-побутових стічних вод – 10%, витрати умовно чистих вод – 30%.

1.1.2. Склад, характеристика стічних вод кондитерської фабрики

При виробництві борошняних кондитерських виробів утворюються стічні води, що містять жирові речовини, які скидаються в каналізаційні мережі і викликають заростання водовідвідних колекторів. Важкоокислювані речовини (СПАР) порушують структуру активного мулу при біологічному очищенні стічних вод в аеротенках на міських очисних спорудах каналізації, ускладнюють зброджування осаду активного мулу. Характерною особливістю стічних вод кондитерського підприємства є наявність в їх складі органічних речовин, що

знаходяться в розчиненому, колоїдному і завислому стані. В основному, це залишки сировини: борошно, змиви тіста, цукор, яйця, жири та інша сировина, передбачена рецептурою. Стічні води підприємства кондитерської промисловості погано фільтруються, швидко закисають і загнивають. Основні органічні забруднювачі стічних вод кондитерської фабрики не є токсичними і легко піддаються біохімічному окисненню в біологічних очисних спорудах.

Таблиця 1. Склад стічних вод кондитерських фабрик (усереднений склад)[3]

Забруднююча речовина	Усереднений склад стічних вод кондитерських фабрик	Вимоги до скиду в місцеву каналізацію	Вимоги для скиду у водойму
БСК _{повне}	110-2300 мг/ дм ³	300 мг/ дм ³	3 мг/ дм ³
жири	200-600 мг/ дм ³	17,6 мг/ дм ³	-
моно-дисахариди	1400-3000 мг/ дм ³	-	-
азот загальний	37-48 мг/л	-	-
завислі речовини	300-1600 мг/ дм ³	483 мг/ дм ³	4,0 мг/ дм ³
pH	5,2-9,7	6,5-9,0	6,5-8,5

Дані таблиці 1 показують, що основними забрудненнями є розчинні органічні речовини. Велика кількість екстрагованих речовин пояснюється наявністю жирів в стічних водах. Характеристику стічних вод кондитерської фабрики приведено в таблиці 2.

Таблиця 2. Концентрації забруднюючих речовин у стічних водах

Показник	Значення
завислі речовини, мг/дм ³	310
БСК _{повн} , мг/дм ³	1800
азот амонійний, мг/дм ³	41
pH	5,5- 8,7
температура, °C	18,5

1.1.3. Технології попереднього очищення стічних вод кондитерської фабрики

Для очищення стічних вод кондитерських фабрик і підприємств харчової промисловості з подібним якісним і кількісним складом виробничих стічних вод застосовуються методи механічної, фізико-хімічної, хімічної та біологічної очистки.

Механічне очищення – це видалення домішок з води за рахунок гравітаційних сил (відстоювання), відцентрових сил (центрифугування, очистка в гідроциклонах), а також шляхом механічного затримання на решітках і ситах (проціджування), фільтрах (фільтрування). Ефективність зниження концентрації завислих речовин у відстійниках і жироловлівачах становить 40-60%, що призводить до зниження величини БСК_{повн} на 20-40%, однак така ефективність очищення досягається тільки при забезпеченні необхідної швидкості руху стічної води в спорудах і дотриманні необхідного часу відстоювання стічних вод в них (1-1,5 год).

Фізико-хімічне очищення об'єднує велику групу методів, в яких видалення домішок досягається за рахунок різних фізико-хімічних процесів: коагуляції, флокуляції, флотації, адсорбції, іонного обміну, зворотного осмосу та ін. Кожен з методів має свою область застосування, а в цілому фізико-хімічне очищення забезпечує видалення з води будь-яких домішок. Хімічне очищення включає такі методи, як нейтралізація води, окиснення, відновлення домішок, реагентну обробку. Як окиснювачі застосовують газоподібний і зріджений хлор, гіпохлорити, перекис водню. Реагентна обробка дозволяє перевести домішки з розчиненого стану у завислий, утворена суспензія відділяється від води механічними методами.

Біологічне очищення здійснюється за допомогою мікроорганізмів, рідше використовуються водні рослини та інші організми. Біологічні методи застосовуються для очистки стічних вод від розчинених органічних речовин, біогенних елементів (солей амонію, нітритів, нітратів і фосфатів), неорганічних

кисневмісних аніонів []. Істотним недоліком застосування будь-яких методів очищення стічних вод є утворення осадів, які повинні піддаватися утилізації. Обробка осадів стічних вод, що утворюються в процесах очищення, полягає в зниженні його вологості і зменшенні обсягу, знезараженні.

Стічні води, що утворюються на підприємствах харчової промисловості, по органічним забруднювачам являють собою складні полідисперсні системи. Для безпечного скидання подібних стоків в каналізаційну мережу потрібна наявність на території підприємства локальних очисних споруд, що забезпечують очищення стічних вод від жиру і суспензій та інших забруднень.

Особливістю складу стічної води харчових підприємств є наявність великої кількості жиру, тому на першому етапі очищення поблизу джерел скидання забруднених стоків встановлюють жируловлювачі, після чого максимально знежирена вода потрапляє до барабанного сита, де відбувається механічна очистка від великих часток. Далі вода потрапляє на реагентну обробку. В залежності від рН середовища проводять корегування даного показника для якісної дії коагулянтів, які працюють при визначеному рН середовищі.

Коагулянт і флокулянт додаються по чергово до трубчатого флокулятора, де відбувається ретельне перемішування зі стічною водою. Застосування реагентів дає можливість не тільки покращити якість очищення стічної води, але й прискорити процес очищення в декілька разів. Наступним етапом в очищенні стоків харчової промисловості є флотаційне очищення, яке призначене для більш глибокого видалення з води жирів та дрібнодисперсних домішок-забруднювачів.

Очищена на етапі первинної обробки вода направляється на біологічну очистку до аеротенку, де відбуваються біохімічні процеси (нітрифікація, денітрифікація, сульфат редукція, дефосфорація, тощо), зменшення органічних речовин та біогенних елементів.

Осад із барабанного сита та аеротенка направляється на згущення та зневоднення, отриманий фугат (вода яка отримана після зневоднення осаду) повертають на первинний етап очищення. Очищена вода надходить на

[illegible]

Технологія (рис. .) заснована на механічній та фізико-хімічній очистці. Вона повинна починатися з грубої очистки від найбільших часток і суспензій на механічній решітці або ситі. Її необхідно проектувати на максимальну витрату стоків, пік яких припадає на мийку обладнання. Далі потрібні усереднювач, відстійник, які повинні бути розраховані на середньодобовий обсяг стоків. Усереднювач стабілізує роботу всього обладнання і знижує загальні капітальні та експлуатаційні витрати.

Для максимальної ефективності роботи потрібен експериментальний

підбір типу і необхідної витрати реагентів. Як коагулянт зазвичай застосовують солі алюмінію або заліза. При додаванні в воду вони утворюють об'ємні кристал-гідрати з розвиненою поверхнею, на яку прилипають частки забруднень.

В початковому вигляді кристалгідрати легко руйнуються, і для підвищення їх механічної стійкості в стік додається невелика кількість флокулянту, який «зшиває» пластівці коагулянту. Напірний і реагентний флотатори оснащуються скребковими механізмами, які регулярно видаляють флотошлам що спливає. Напірна реагентна флотація дозволяє видалити зі стічної води основну частину забруднень і робить очисні споруди дійсно ефективними.

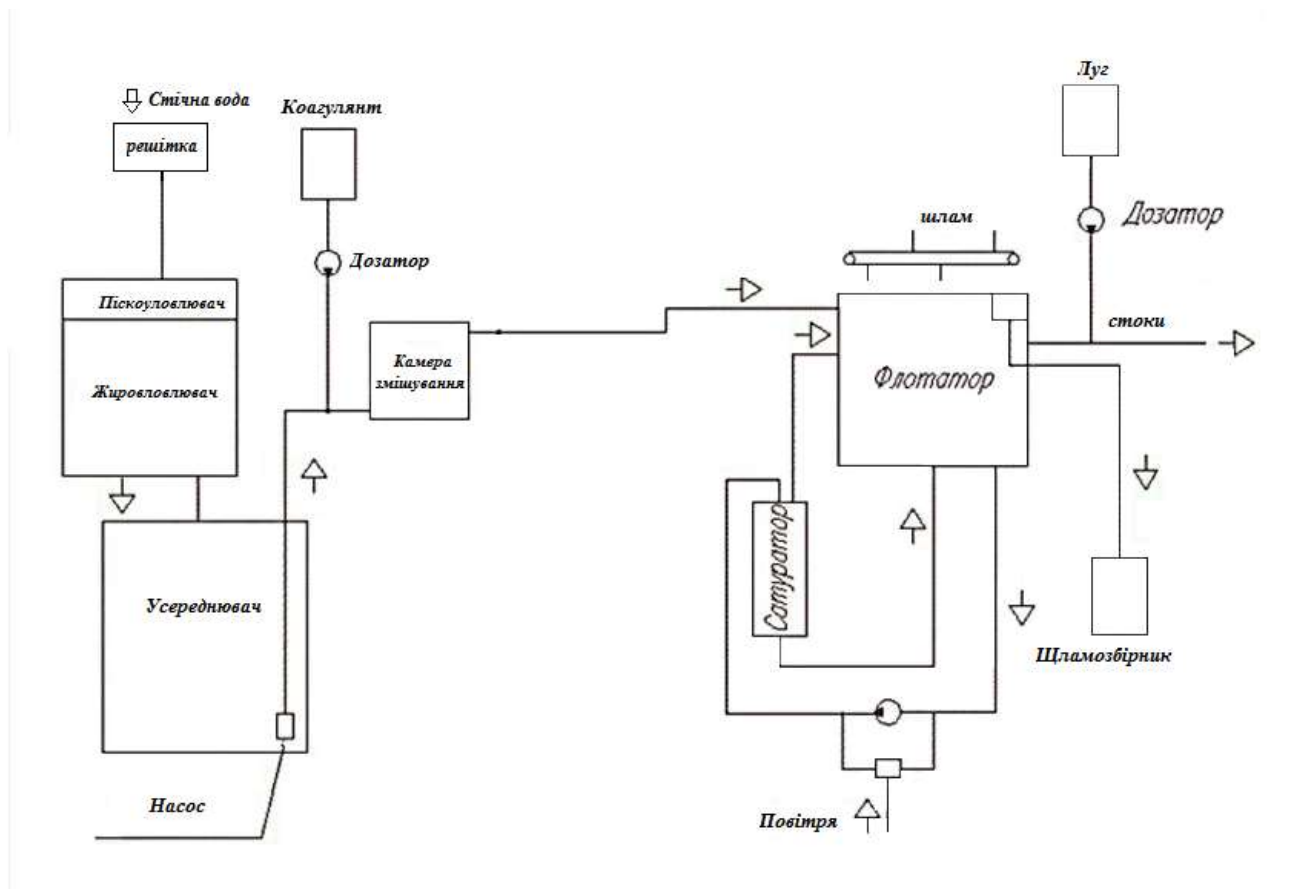


Рис. Технологія очищення стічних вод кондитерської фабрики

Компанія Rivaz Water, яка займається розробкою очисних споруд для багатьох галузей промисловості, саме для кондитерської фабрики пропонує такі стадії очищення:

- попереднє механічне очищення на барабанних решітках;
- фізико-хімічна очистка (DAF-флотація);

- анаеробне біологічне очищення;
- аеробне біологічне очищення;
- доочищення.

Стічні води містять органічні забруднення, які є фактично ідеальним субстратом для біологічного очищення – анаеробного та/або аеробного залежно від вимог скиду. Очисні споруди дозволять досягнути необхідних показників для скиду очищених стічних вод у водойму.

Технологічні рішення установки «УМКА-ORGANIC» дозволяють без використання дороговартісних реагентів та обладнання отримати якість очищеної води до норм скиду. Основою технології даної категорії стоків є комбінація фізико-хімічних (відстоювання, напірна та безнапірна флотація, обробка реагентами) та біологічних методів.

При необхідності скиду у водойму або ґрунтовий потік передбачається блок доочистки (біоплато та біоставки).

I. Блок механічного очищення:

- піскоуловлювач;
- жируловлювач.

II. Блок біологічного очищення (1-ша ступінь)

- в анаеробних умовах з коригуванням фізико-хімічних властивостей стоку;

III. Блок фізико-хімічного очищення

- обробка реагентами;
- напірна та безнапірна флотація;
- відстоювання;

IV. Блок біологічного очищення (2-га ступінь)

- в аеробних умовах (за допомогою біоценозу активного мулу);

V. Блок обробки осаду

- нутч-фільтр;
- фільтр-прес;
- дегідратор.

Для очищення концентрованих стічних вод перспективними є багатоступінчасті схеми. Схема роботи установки двоступінчастої очистки представлена на рис..

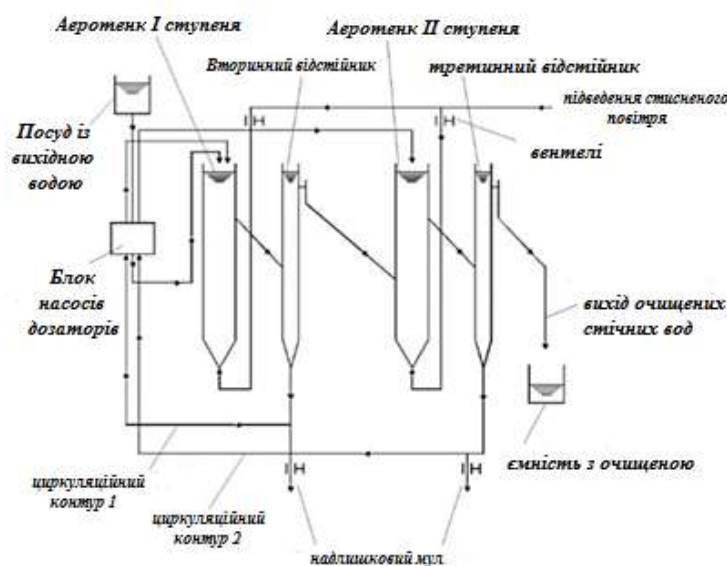


Рис.4. Установка двоступінчастої очистки

Таблиця 5. Показники очищення стічних вод на двоступінчастій установці

Забруднення	на вході	I ступінь	II ступінь
ХСК	1200,78 мг/ дм ³	333 мг/ дм ³	23 мг/ дм ³
БСК ₅	600 мг/ дм ³	206 мг/ дм ³	1,8 мг/ дм ³
загальний азот	41 мг/ дм ³	12,3 мг/ дм ³	3 мг/ дм ³
органічний азот	4 мг/ дм ³	0,9 мг/ дм ³	0,4 мг/ дм ³
завислі речовини	1090 мг/ дм ³	312,4 мг/ дм ³	2,7 мг/ дм ³
рН	6,5	6,3 мг/ дм ³	6,7 мг/ дм ³
муловий індекс	-	155 мг/ дм ³	101 мг/ дм ³
доза мулу	-	3,5 г/ дм ³	2 г/ дм ³

Дана технологія дозволяє 80 % очищеної води використовувати повторно, а також здійснювати частковий скид у водойму у відповідності до діючих нормативів.

1.1.4. Обґрунтування та вибір ефективної та економічної технології очищення стічних вод фабрики

Виходячи з фізико-хімічного складу, концентрацій в них забруднюючих речовин, техніко-економічних показників було обрано технологію попереднього очищення стічних вод кондитерської фабрики.

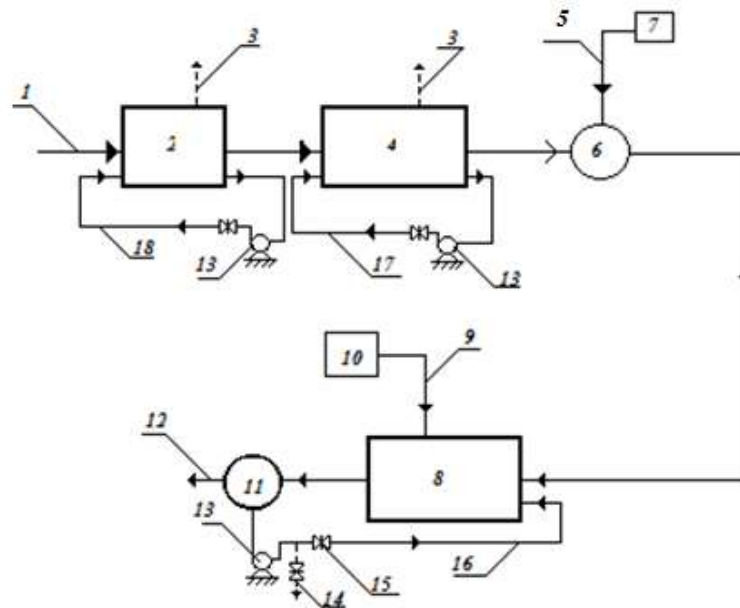


Рис. 6 Технологічна схема попереднього очищення стічних вод кондитерської фабрики:

1- трубопровід подачі стічних вод на очищення; 2- усереднювач; 3- відведення газів; 4- анаеробний біореактор; 5- трубопровід луку; 6- змішувач; 7- станція приготування луку; 8-аеротенк; 9-повітропровід; 10-компресорна; 11- вторинний відстійник; 12- трубопровід скиду очищених стічних вод у міську каналізацію; 13- помпа; 14- трубопровід відведення надлишкового активного мулу; 15-засувка; 16-трубопровід рециркуляційного активного мулу; 17- трубопровід рециркуляції мулової суміші; 18-трубопровід рециркуляції стічних вод

Оскільки стічні води кондитерської фабрики характеризуються значною нерівномірністю за витратами та концентраціями забруднюючих речовин, необхідно встановити усереднювач. Стічні води мають високе навантаження на

БСК, а також велику кількість азоту, тому обираємо анаеробно-аеробну схему очищення в анаеробному біореакторі та аеротенку. З усереднювача стічні води надходять до анаеробного біореактора. Після анаеробного біореактора стічна вода поступає до резервуару для фізико-хімічної обробки. Для видалення газів передбачається система випуску газу. Далі стічна вода поступає в аеротенк. Далі очищена стічна вода після споруд біологічного очищення поступає у вторинні відстійники, в яких відбувається розділення активного мулу та стічної води. Після вторинних відстійників очищена вода скидається у міську систему водовідведення.

Дана технологія забезпечує високу якість очищених стічних вод у відповідності з діючими санітарними нормами скиду у природні водойми, використання такої технології заощадить кошти на обробку утворених осадів.

1.2. Вибір технології біологічного очищення стічних вод міста

За походженням і характером забруднення всі стічні води міст і населених пунктів, а також промислових підприємств можна розділити на три групи: побутові (господарсько-фекальні); виробничі, атмосферні.

В місті джерелами водовідведення є населення, відводяться господарсько-побутові стічні води від житлових будинків та промислове підприємство – кондитерської фабрики.

Каналізація міста скидає стічні води в природню водойму рибогосподарського призначення. При недостатньому очищенні стічні води можуть викликати зміни у водоймі, які змінюють не лише забарвлення, запах, прозорість води, а й сприяють утворенню осадів на дні та зміні хімічного стану.

Стічні води міста належать до середньоконцентрованих, показник БСК_{повн} складає 250 мг/дм³, завислі речовини – 224 мг/дм³, ПАР – 8,3 мг/дм³. Причому їх особливістю є відносна постійність складу, що зумовлюється подібністю фізіології людини і її господарської діяльності.

Оскільки концентрації забруднень кондитерської фабрики перевищуються норми скиду, то пропонується попереднє очищення стічних вод кондитерської фабрики та подальше сумісне очищення на міських очисних спорудах у суміші стічних вод кондитерської фабрики та міста.

Згідно з наведеними концентраціями кондитерської фабрики була прийнята технологія анаеробно-аеробного біологічного очищення стічних вод міста, яка включає такі споруди як анаеробний біореактор, аеротенк та нітрифікатор, які разом складають комплекс споруд біологічного походження для посиленого вилучення азоту із стічних вод.

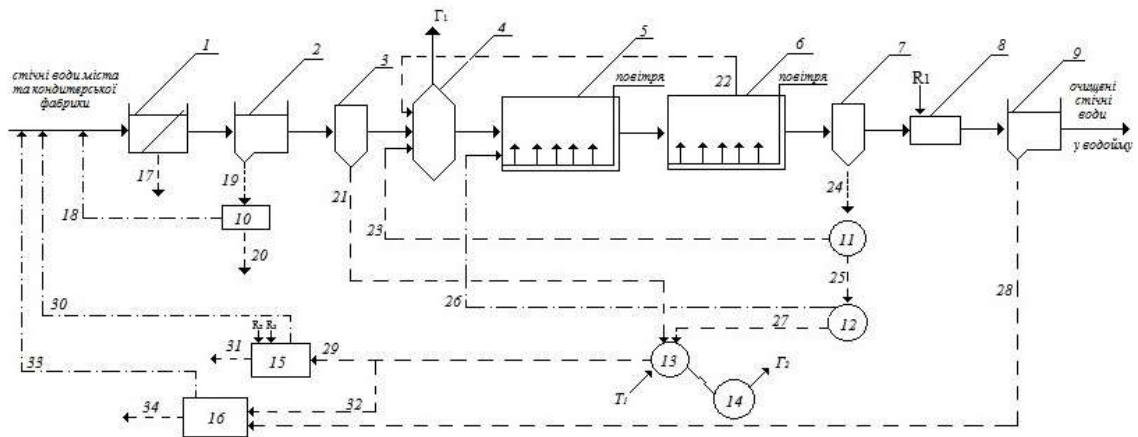


Рис 7. Технологія анаеробно-аеробного біологічного очищення стічних вод міста:

1 - решітки; 2 - пісковловлювачі; 3 – первинний відстійник; 4 – анаеробний біореактор; 5 – аеротенк; 6 - нітрифікатор; 7 – вторинний відстійник; 8 - змішувач; 9 - контактний резервуар; 10 – піскові майданчики; 11 – насосна станція; 12 – мулоуцілюювач; 13 – метантенк; 14 – газгольдер; 15 – фільтр-прес; 16 – аварійні мулові майданчики; 17 – відходи з решіток; 18, 33 – дренажна вода; 19 – піщана пульпа; 20 – пісок на вивезення; 21 – сирий осад; 22 – мулова суміш; 23 – рециркуляційний активний мул; 24 – активний мул на насосну станцію; 25 – надлишковий активний мул; 26 – мулова вода; 27 – ущільнений надлишковий активний мул; 28 – осад, що утворюється в контактних резервуарах; 29, 32 – зброджений осад; 30 – фільтрат; 31, 34 – зневоднений осад на вивезення; R_1 – гіпохлорит натрію; R_2 – коагулянт $FeCl_3$, R_3 – підлужуючий розчин $Ca(OH)_2$; T_1 – тепло; Γ_1 – газ на очищення, Γ_2 – газ в котельню

Спочатку стічні води направляються на етап механічного очищення, який включає решітки 1, пісковловлювачі 2 та первинний відстійник 3. Відходи 17, що затримуються на решітках вивозяться на сміттєспалювальний завод. Забруднення мінерального походження осаджується в пісковловлювачах 2. Пісок із пісковловлювачів направляється у вигляді піщаної пульпи 19 на піскові майданчики 10, де він зневоднюється та періодично видаляється. Забруднення, що знаходяться у завислому стані, виділяються у первинних відстійниках 3. Осад

21 із первинних відстійників направляється на зневоднення, а потім на зброджування в метантенк 13.

Біологічне очищення, яке є другим етапом у процесі очищення стічних вод, включає такі споруди анаеробний біореактор (денітрифікатор), аеротенк та нітрифікатор. Після первинного відстійника 3 стічні води направляються до денітрифікатора 4, де завдяки пропелерній мішалці перемішується мулова суміш із нітрифікатора протягом 50 хвилин в анаеробних умовах, без доступу кисню. Також до анаеробного біореактора надходить рециркуляційний активний мул із насосної станції 11. Потім із анаеробного біореактора стічні води направляються в аеротенк 5, де завдяки активному мулу відбувається вилучення і окиснення органічних речовин. Для забезпечення мікроорганізмів киснем застосовують безперервну штучну аерацію суміші стічних вод та активного мулу. Далі з аеротенку вода поступає в нітрифікатор, де протягом 2,8 годин відбувається процес нітрифікації.

Після очищення воду направляють у вторинні відстійники 7. Активний мул надходить на насосну станцію 11, де розділяється на рециркуляційний мул, який направляється до анаеробного біореактору, інша частина –надлишковий мул 25 направляється на мулоущільнювач 12, з якого ущільнений надлишковий мул 27 направляється в метантенк, а мулова вода 26 надходить в аеротенк 5. Отже, біологічним методом вдається майже повністю звільнитися від органічних забруднень, що залишилися в стічних водах після механічної очистки, а також значно знизити вміст хвороботворних мікроорганізмів.

Після вторинних відстійників стічна вода направляється у змішувач 8, куди додається розчин NaOCl , а потім направляється в контактний резервуар 9, де витримується 30 хвилин для проходження реакцій окиснення. Осад 28, утворений в контактних резервуарах направляється на підсушування на аварійні мулові майданчики 16. Після цього знезаражена очищена стічна вода скидається у водойму.

Осади стічних вод, що утворюються в процесі очищення води являють велику загрозу для навколишнього середовища і людини, оскільки вони містять

шкідливі речовини, які є токсичними. Дана технологія передбачає переробку осадів та надлишкового активного мулу. Осади зброджують у метантенку 13, подається теплоагент, газ направляється до газгольдеру 14, звідки подається на котельню. Зброджений осад 29 направляється на фільтр-прес для зневоднення, попередньо додаються коагулянт FeCl_3 та розчин $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Після цього зневоднений осад 31 вивозиться, а фільтрат 30 направляється на початковий етап механічної очистки.

Таким чином, наведена технологія очищення стічних вод дозволяє отримати задовільні значення необхідних показників, які відповідають санітарним вимогам скиду очищених стічних вод у водойму.

1.2.1. Розрахунок витрат стічних вод

Згідно завдання середня витрата стічних вод міста і підприємства складає $Q_{\text{сер доб}} = 60\,000 \text{ м}^3/\text{добу}$,

з них побутових $Q_{\text{сер доб г-п}} = 54\,000 \text{ м}^3/\text{добу}$

Витрати стічних вод підприємства:

$$Q_{\text{пп}}^{\text{доб}} = 60\,000 - 54\,000 = 6000 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Розраховуємо середньогодинну витрату стічної води міста і промпідприємства:

$$Q_{\text{сер год}} = \frac{Q_{\text{сер доб}}}{24} = \frac{60\,000}{24} = 2500 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Середньосекундні витрати суміші стічних вод:

$$q_{\text{сер с}} = \frac{Q_{\text{сер год}}}{3600} = \frac{2500}{3600} = 0,694 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$q_{\text{сер с}} = \frac{Q_{\text{сер год}}}{3600} \cdot 1000 = 694 \text{ дм}^3/\text{с}$$

Максимальна секундна витрата:

$$q_{\text{max с}} = K_{\text{max}} \cdot q_{\text{сер.с}} = 1,492 \cdot 694 = 1035,4 \text{ дм}^3/\text{с}$$

Мінімальна секундна витрата:

$$q_{\text{min с}} = K_{\text{min}} \cdot q_{\text{сер.с}} = 0,667 \cdot 1035,4 = 690,6 \text{ дм}^3/\text{с}$$

де $q_{\text{сер.с}}$ – середньосекундна витрата господарсько-побутових стічних вод, $\text{м}^3/\text{доб}$,

K_{max}, K_{min} – коефіцієнти максимальної і мінімальної нерівномірності водовідведення.

$K \backslash q_{сер\ c}$	100	300	500	1000	Більше 5000
K_{max}	1,6	1,55	1,5	1,47	1,44
K_{min}	0,59	0,62	0,66	0,69	0,71

За методом лінійної інтерполяції, враховуючи значення середньо-секундних витрат коефіцієнти становлять $K_{min} = 0,667$, $K_{max} = 1,492$,

Розрахунок максимальної годинної витрати:

$$Q_{max\ год} = 3,6 \cdot q_{max.c} = 3,6 \cdot 1035,4 = 3727,4 \text{ м}^3/\text{с}$$

Визначення кількості мешканців, які проживають в місті:

$$N = \frac{Q_{сер.доб}^{поб}}{a} \cdot 1000, \text{чол.}$$

a – норма водовідведення, що становить $300 \text{ м}^3/\text{чол. доб}$

$$N = \frac{54000}{300} \cdot 1000 = 180\ 000 \text{ чол.}$$

1.2.2. Розрахунок концентрації забруднень

Концентрація забруднень у суміші господарсько-побутових та виробничих стічних вод:

$$C_{сум} = \frac{C_{поб} \cdot Q_{поб} + C_{вир} \cdot Q_{вир}}{Q_{поб} + Q_{вир}} = \frac{216 \cdot 54000 + 300 \cdot 6000}{60000} = 224 \text{ мг} / \text{дм}^3$$

Концентрація органічних речовин за БСК_{повн} у суміші господарсько-побутових стічних та стічних водах:

$$C_{сумБСКповн} = \frac{C_{БСК}^{поб} \cdot Q_{поб} + C_{БСК}^{вир} \cdot Q_{вир}}{Q_{поб} + Q_{вир}} = \frac{250 \cdot 54000 + 300 \cdot 6000}{60000} = 255 \text{ мг} / \text{дм}^3$$

Розрахунок концентрації ПАР у суміші господарсько-побутових та виробничих водах:

$$C_{сумПАР} = \frac{C_{ПАР}^{поб} \cdot Q_{поб} + C_{ПАР}^{вир} \cdot Q_{вир}}{Q_{поб} + Q_{вир}} = \frac{8,3 \cdot 54000 + 7 \cdot 6000}{60000} = 8,17 \text{ мг} / \text{дм}^3$$

де, $a_{ПАР} = 2,5 \text{ г} / (\text{чол.добу})$

У розрахунковому створі за течією річки повинні забезпечуватися наступні показники якості води :

$C_{зр}$ – підвищення не більш ніж на 0,75 мг/ дм³

$BCK \leq 6$ мг/дм³

Розчинність кисню ≥ 4 мг/дм³

Коефіцієнт турбулентної дифузії, який показує змішування стічної води з водою річки, визначається за формулою:

$$E = \frac{V_{cp} \cdot H_{cp}}{200} = \frac{1,3 \cdot 2,8}{200} = 0,0182$$

де V_{cp} - середня швидкість течії води в річці між випуском стічних вод і розрахунковим створом, м/с (згідно завдання); H_{cp} - середня глибина річки на тій же ділянці, м (згідно завдання).

Коефіцієнт, що враховує гідравлічні умови змішування стічних вод з водою річки, визначається за формулою:

$$\alpha = \varphi \cdot \xi \sqrt[3]{\frac{E}{q_{сер.с}}} = 1,2 \cdot 1,5 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,0182}{0,694}} = 0,53$$

де $\varphi=1,2$ - коефіцієнт звивистості річки, рівний відношенню відстані по фарватеру від місця випуску стічних вод до розрахункового створу до відстані між цими пунктами по прямій; ξ – коефіцієнт, що залежить від місця і конструкції випуску стічних вод у водойму (при русловому випуску – 1,5; q - середньосекундна витрата стічних вод, що скидаються у водойму – 0,694 м³/с.

Коефіцієнт змішування стічних вод з річковою водою визначається за формулою:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}{1 + (\frac{Q}{q_{сер.с}}) e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}} = \frac{1 - e^{-0,53 \sqrt[3]{3000}}}{1 + (\frac{22}{0,694}) e^{-0,53 \sqrt[3]{3000}}} = 0,984$$

де L - відстань по фарватеру річки від місця випуску стічних вод до розрахункового створу, 3000 м; Q - розрахункова витрата води в річці при 95% забезпеченості, 22 м³/с ; q - середньосекундна витрата стічних вод, що скидаються у водойму 0,694 м³/с.

1.2.3. Розрахунок необхідного ступеня очищення

Гранично-допустима концентрація завислих речовин в очищеній стічній воді, що скидається у водойму, становить:

$$C_{зр}^{доп} = p \cdot \left(\frac{\gamma \cdot Q}{q_{сер.с}} + 1 \right) + C_{\phi} = 0,75 \cdot \left(\frac{0,984 \cdot 22}{0,694} + 1 \right) + 13 = 40 \text{ мг/дм}^3$$

де p - приріст концентрації завислих речовин у водоймі після випуску стічних вод, мг/дм³ (0,75 г/м³); C_{ϕ} - фонова концентрація завислих речовин у воді річки до місця випуску стічних вод -13 мг/дм³.

Допустиме значення БСК_{повн} стічних вод, що скидаються у водойму:

$$C_{БСК}^{доп} = \frac{\gamma \cdot Q}{q_{сер.с}} \cdot \left(\frac{C_{ГДК}^{БСК}}{10^{-k \cdot t}} - C_{БСК}^p \right) + \frac{C_{ГДК}^{БСК}}{10^{-k \cdot t}} = \frac{0,984 \cdot 22}{0,694} \cdot \left(\frac{6}{10^{-0,087 \cdot 0,026}} - 4,2 \right) + \frac{6}{10^{-0,087 \cdot 0,026}} = 70,1 \text{ мг/дм}^3$$

$C_{БСК}^n$ - гранично-допустиме значення БСК_{повн} у розрахунковому створі річки, 6 мг/дм³; $C_{БСК}^{\phi}$ - фонове значення БСК_{повн} у воді річки до місця випуску стічних вод, 4,2 мг/дм³; $k = 0,087$ - константа швидкості споживання кисню у суміші річкової та стічних вод, доба⁻¹ (дод. К, табл. К.1); t - тривалість переміщення води від місця випуску до розрахункового створу становить:

$$t = \frac{L}{V_{сер} \cdot 24 \cdot 3600} = \frac{3000}{1,3 \cdot 24 \cdot 3600} = 0,026 \text{ доб}$$

де L - відстань по фарватеру річки від місця випуску стічних вод до розрахункового створу, 3000 м; $V_{сер}$ - середня швидкість течії води в річці між випуском стічних вод і розрахунковим створом, 1,3 м/с .

Розрахунок допустимого БСК_{повн} стічних вод, що скидаються у водойму, за розчиненим у воді киснем, без урахування поверхневої реаерації водойми. Потрібна концентрація розчиненого кисню у воді річки для літніх умов буде забезпечена, якщо БСК_{повн} стічних вод не буде перевищувати величину:

$$C_{БСК}^{O_2} = \frac{\gamma \cdot Q}{0,4 \cdot q_{сер.с}} \cdot \left(O_{\phi} - 0,4 \cdot C_{БСК}^{\phi} - O_{min} \right) - \frac{O_{min}}{0,4} = \frac{0,984 \cdot 22}{0,4 \cdot 0,694} \cdot (7,7 - 0,4 \cdot 4,2 - 4) - \frac{4}{0,4} = 86,7 \text{ мг/дм}^3$$

де $C_{БСК}^{O_2}$ - БСК_{повн} стічних вод, яке потрібно досягнути в процесі очищення, 86,7 мг/дм³; O_f – фонові концентрації розчиненого кисню у воді річки до місця випуску стічних вод, 7,7 мг/дм³; O_{min} - найменша концентрація розчиненого кисню, яка повинна бути забезпечена у водоймі, 4 мг/дм³; $C_{БСК}^{\phi}$ - фонові значення БСК_{повн} у воді річки до місця випуску стічних вод 4,2 мг/дм³; 0,4 - коефіцієнт для перерахунку БСК_{повн} у БСК₂.

За розрахункові значення БСК_{повн} приймаємо менше з двох отриманих у попередніх розрахунках. Отримані значення концентрації завислих речовин (40 мг/дм³) свідчать про достатність повного біологічного очищення, значення БСК_{повн} (70,1 мг/дм³), повне біологічне очищення дозволяє досягти значень БСК_{повн}=15 мг/дм³, $C_{зр}$ =15 мг/дм³.

1.2.5. Характеристика біологічного агента

Активний мул - біоценоз мікроорганізмів – мінералізаторів, які здатні сорбувати на своїй поверхні й окиснювати органічні речовини стічних вод.

По зовнішньому вигляду являє собою грудочки та пластівці розміром 3-150 мкм і високою питомою поверхнею – близько 1200 м² на 1 м³ мулу.

Активний мул є амфотерною колоїдною системою. Елементний хімічний склад активних мулів достатньо близький і для міських стічних вод має формулу – C₅₄H₂₁₂O₈₂N₈S₇. Суха речовина активного мулу містить 70-90 % органічних і 10-30 % неорганічних речовин. Крім живих організмів, в мулі міститься субстрат – різноманітні тверді залишки, до яких кріпляться мікроорганізми.

Біоценоз активних мулів складається з бактерій, найпростіших, плісневих грибів, дріжджів, актиноміцет, личинок комах, рачків, водоростей та ін. Основне руйнування органічних забруднень в стоках здійснюється бактеріями. В 1 м³ мулу міститься 2·10¹⁴ бактерій. В активному мулі вони містяться у вигляді скупчень, оточених слизовим шаром (зооглеї) [7].

Склад біоценозу мулу залежить від наявності і концентрації в стічній воді різноманітних органічних речовин. Тільки основна група бактерій (80-90 %) бере участь у процесі очищення стічних вод, решту мулу становить супутні групи мікробів. При високому вмісті органіки в стічній воді переважають гетеротрофні бактерії, при зниженні поживних речовин збільшується кількість хижих найпростіших [].

Якість мулу визначається швидкістю його осадження та ступенем очищення рідини. Стан активного мулу характеризує муловий індекс, який залежить від здатності мулу до осадження. Великі пластівці осідають швидше, ніж дрібні.

У спорудах аеробного очищення найчастіше зустрічаються представники таких родів: *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Bacterium*, *Flavobacterium*.

У хорошому активному мулі присутні представники:

- саркодові: голі амеби, черепашкові *Arcella*, *Centropyxis*;

- рухливі безбарвні дрібні джгутикові: *Flagellata*, *Oicomonas*;
- різноманітні війчасті інфузорії: *Aspidisca*, *Euplotes*, *Paramecium caudatum*;
- смоктальні хижі інфузорії: *Tokophrya*, *Acineta*;
- мікроскопічні тварини – коловертки: *Philodina roseola*, *Callidina vorax*;
- черви: круглі *Nematoda*, малощетинкові *Aelosoma*.

Провідна роль бактерій полягає у процесах вилучення зі стічної рідини розчинених, колоїдних і великих органічних забруднень, адаптація біоценозу до нових умов, підтримання життєздатності активного мулу.

Присутність водоростей відіграє різноманітну роль, так синьо-зелені (різні види *Oscillatoria*) колоніальні й одноклітинні форми - часто викликають евтрофікацію (цвітіння) водойм;

- зелені водорості (*Spirogyra crassa*, *Cladophora crispata*, *Pediastrum borianum*, *Scenedesmus quadricauda*) - грають істотну роль у процесах як цвітіння, так і самоочищення водойм;

- діатомові водорості (*Navicula*, *Diatoma vulgare*) клітинні стінки містять кремній - служать їжею водяним тваринам, за присутності великої кількості органічних речовин переходять до гетеротрофного типу живлення і безпосередньо беруть участь у мінералізації органічних сполук.

Найпростіші не беруть особистої участі у споживанні органічних речовин, але регулюють видовий і віковий склад мікроорганізмів в активному мулі, підтримуючи його на оптимальному рівні. Поглинаючи велику кількість бактерій, найпростіші сприяють виходу значної кількості бактеріальних екзоферментів, які можуть концентруватися в слизовому шарі мулу і брати участь у деструкції забруднень.

Показник якості активного мулу – його здатність до осідання. Ця здатність оцінюється величиною мулового індексу, що представляє собою об'єм активного мулу в дм³ після 30-хвилинного відстоювання 100 дм³ мулової суміші, віднесений до 1 г сухої речовини мулу. Нормальний муловий індекс становить 70-100 дм³/г.

Важливою характеристикою є вік мулу, тобто середню тривалість його перебування в спорудах біологічного очищення. Середній вік мулу для нормальної роботи аеротенка і забезпечення достатньої метаболічної активності мулу становить 2-5 діб.

На активний мул впливають зміни умов середовища, такі як нестача поживних речовин, надлишкові навантаження органічними забрудненнями, недостатній рівень концентрації розчиненого кисню, вплив відхилень рН середовища від норми, скидання токсичних промислових стоків[4].

При надлишковому навантаженні органічними забрудненнями мул дуже погано осідає чи взагалі не осідає, а спливає на поверхню. При недостатньому рівні концентрації розчиненого кисню пластівці мулу розпадається, колір мулу стає білястим та погано осідає, з'являється багато дрібних джгутикових амеб.

Чим складніший склад стічних вод, тим більший вік мулу потрібний для задовільного окиснення забруднюючих речовин.

РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД В АЕРОТЕНКАХ

2.1. Перебіг процесів в аеротенку

Основну роль у процесі очищення стічних вод відіграють процеси перетворення речовини, що протікають усередині клітин мікроорганізмів. Ці процеси закінчуються окислюванням речовини з виділенням енергії та синтезом нових речовин з витратою енергії. Для того, щоб відбувався процес біохімічного окислювання органічних речовин, що містяться в стічних водах, вони повинні потрапити усередину клітин мікроорганізмів.

Біохімічні процеси, що протікають в аеротенку, можуть бути розділені на два етапи:

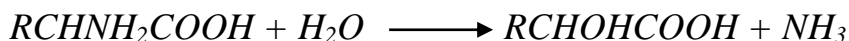
1. адсорбція поверхнею активного мулу органічних речовин і мінералізація речовин, що легко окислюються, при інтенсивному використанні кисню;
2. двоокислення органічних речовин, що повільно окислюються, регенерація активного мулу. На цьому етапі кисень споживається повільніше.

2.1.2. Окиснення сполук азоту

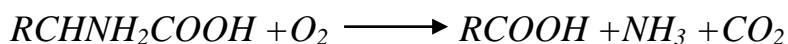
Багато органічних сполук містять в своєму складі азот. До азотовмісних сполук відносяться такі речовини, як білки і нуклеїнові кислоти. Багато мікроорганізмів здатні розщеплювати макромолекули білків і нуклеотидів, хоча більшість з них вважає за краще в якості джерела живлення вуглеводи.

Гідроліз білків здійснюється під дією протеолітичних ферментів, що розщеплюють молекули білка на пептидні ланцюжки різної довжини і окремі амінокислоти. Мікроорганізми, що не володіють протеазами (наприклад, молочнокислі бактерії), не здатні використовувати білки. Після гідролізу продукти розщеплення білкової молекули стають доступні і мікроорганізмам, позбавленим протеаз. Амінокислоти розкладаються грибами, актиноміцетами і бактеріями з виділенням вільного аміаку. З цієї причини процес називається Амоніфікація. Найбільш активні амоніфікаторів серед неспорових бактерій-*Proteus vulgaris* (використовує білки навіть краще, ніж вуглеводи) і різні види

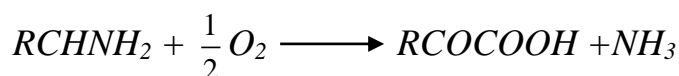
роду *Pseudomonas*, а серед спорових - *Bacillus mycoides*, *Bac. mesentericus*, *Bac. megaterium*, *Bac. Subtilis*. Дезамінування амінокислот може здійснюватися за участі води і за участю кисню. До реакції гідролітичного дезамінування здатні і аероби і анаероби:



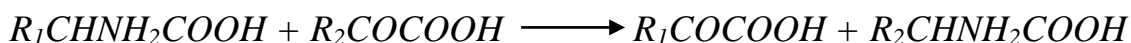
Окислювальне дезамінування властиве тільки аеробам:



В результаті дезамінування амінокислоти можуть також перетворюватися в кетокислот і ненасичені кислоти:



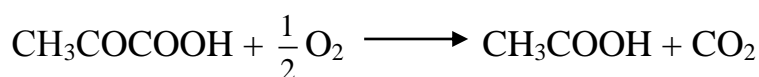
При реакції кетокислотами амінокислоти здатні до переамінування:



При дезамінуванні амінокислот з аланіна виходить піровиноградна кислота, з глутамінової- α -кетоглутарова, з аспарагінової - щавелево-оцтова. Ці три амінокислоти залучаються до цикл Кребса безпосередньо, інші проходять ряд додаткових перетворень, але так чи інакше все амінокислоти в аеробних умовах здатні окислюватися в цьому циклі [9].

2.1.3. Окиснення вуглеводів

Полісахариди розщеплюються спеціалізованими групами мікроорганізмів. Кінцевий продукт розщеплення анаеробної стадії – піровиноградна кислота, яка в процесах дихання піддається окислювальному декарбоксилюванню, що здійснюється групою ферментів. При цьому виділяється енергія, що запасається в макроергічних зв'язках, утворюється оцтова кислота і виділяється CO_2 .

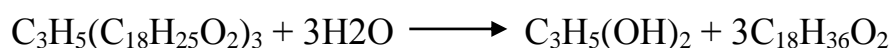


Енергетичний баланс дозволяє порівняти ефективність анаеробного і аеробного окислення глюкози. При розщепленні 1 г/моль глюкози до піровиноградної кислоти в анаеробних умовах утворюються дві молекули АТФ

та дві молекули НАД, які відновлюються в НАД · Н₂. Кожна пара електронів утворює три макроергічні зв'язки. Таким чином, 2НАД · Н₂ дали ще 6 молекул АТФ. 2НАД · Н₂ утворилося при перетворенні піровиноградної кислоти в ацетил-КоА. Це ще 6 АТФ. Крім того, при декарбоксилюванні α-кетоглутарової кислоти виділилася енергія, яка дозволила (ГДФ) приєднати одну молекулу фосфорної кислоти і перетворитися вгуанінтрифосфат ГТФ-ще одна макроергічних зв'язків. Всього в циклі Кребса при розщепленні 1 г / моль ацетил-КоА виділяється енергія, відповідна 12 макроергічних зв'язків, а так як з молекули глюкози виходять 2 молекули піровиноградної кислоти і відповідно дві молекули ацетил-КоА, то, отже, 12АТФ · 2 = 24АТФ. Таким чином, при повному окисненні 1 г / моль глюкози до СО₂ і Н₂О виділилася енергія, відповідна 38 макроергічних зв'язків, що еквівалентно 1100÷1600 кДж. З них тільки дві молекули АТФ припадають на анаеробну стадію окислення. Звідси випливає, що аеробне окислення, або дихання, енергетично набагато ефективніше анаеробного [9].

2.1.4. Окиснення жирів

Здатність до розщеплення жирів мають багато мікроорганізмів. Під впливом ферменту ліпази відбувається гідроліз жирів на гліцерин і жирні кислоти:



Далі гліцерин окиснюється до піровиноградної кислоти і далі в циклі трикарбонових кислот -до вуглекислого газу і води. Жирні кислоти погано розчиняються у воді, практично не піддаються окисненню і тому розщеплюються повільно. Механізм окиснення відбувається за допомогою коферменту А ацетилпохідних і в послідовному відщепленні дикарбонових залишків у формі ацетилкофермента А. Серед бактерій активний мінералізатор жирів- *Pseudomonas fluorescens*. Як і всі представники цього роду, *Ps. fluorescens*- дрібна рухлива неспороносна паличка, по Граму не фарбується, утворює зелений пігмент. Вона постійно присутня в активних мулах і біоплівки. Здатність до

розщеплення жирів відзначена також у *Ps. pyocyanea*, *Bacillus fluorescens*, *Ps. liquefaciens*, *Achromobacter lipolyticum*, мікобактерій і багатьох інших бактерій і грибів [9].

2.2. Характеристика кінцевого продукту

Кінцевим продуктом очищених стічних вод кондитерської фабрики та міста є очищена стічна вода до норм скиду у водойму згідно з допустимими значеннями концентрацій. Характеристика очищеної стічної води кондитерської фабрики при скиді в міську мережу водовідведення повинна відповідати «Правилам приймання стічних вод підприємств у систему каналізації м. Кропивницький».

Дана вода є безпечною, не шкідливою за хімічним складом. Має задовільні органолептичні властивості.

Таблиця 8.

Показники	Величина показників в стічній воді	
	до очищення	після очищення
завислі речовини, мг/дм ³	224	40
БСК _{повн}	1800	70,1
азот амонійний, мг/дм ³	41	15
рН	5,5-5,7	6,5- 8,5
температура, °С	18,5	не вище 40

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ АНАЕРОБНО-АЕРОБНОГО БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

3.1. Сировина та матеріали

При очищенні стічних вод для процесів використовується основна сировина та утворюються напівпродукти. До основної сировини належить забруднена стічна вода кондитерської фабрики та міста, реагенти, які використовуються для приготування коагулянту та підлужуючого реагенту, повітря, теплоагент та інші, необхідні для правильного проведення процесу очищення.

Напівпродукти, утворюються на етапі відстоювання у відстійниках, утворені осади.

Таблиця 9. Характеристика сировини, матеріалів та напівпродуктів

Найменування	Категорія та номер НТД для перевірки сировини	Нормативне значення	Примітка
1.Забруднена стічна вода кондитерської фабрики та міста	ДБН В.2.5-75 : 2013	$БСК_{повн} = 1800 \text{ мг/дм}^3$ $C_{зр} = 224 \text{ мг/дм}^3$ $C_{Намон} = 41 \text{ мг/дм}^3$ $C_{ПАР} = 8,3 \text{ мг/дм}^3$	
2. Повітря		$27322 \text{ м}^3/\text{год}$ $5628,3 \text{ м}^3/\text{год}$	
3.Підлужуючий реагент NaOCl	ТУ У 6-05761620.014-99		
4. Коагулянт FeCl ₃	ТУ У 6-18-33-85		
5. Теплоагент			
6. Газ			

7.Зневоднений осад	СанПіН 2.1.7.573- 96		на вивезення
8. Пісок			на вивезення

3.2.Опис технологічної схеми анаеробно-аеробного біологічного очищення стічних вод міста

Опис технологічного процесу

ДР 1. Підготовка аераційного повітря

ДР 1.1. Забір повітря з атмосфери

Здійснюється шляхом забору атмосферного повітря за допомогою повітрозбірника ПЗ-1 з точкою забору 4 м вище рівня землі при мінімальній температурі $t_{\min} = -20^{\circ}\text{C}$ і максимальній температурі $t_{\max} = +40^{\circ}\text{C}$

ДР 1.2.Фільтрування повітря

Повітря очищується крізь волокнистий фільтр Ф-2 (тип – КдМ 1006, має площу поверхні 1 м^2 та пропускну здатність $10000\text{ м}^3/\text{год}$), що затримує пил, механічні часточки. Фільтрувальним матеріалом є спеціальний фільтр з діаметром пор 18 мкм , максимальною температурою 60°C та ефективністю очищення 80% .

ДР 1.3.Компресування повітря.

Для компресування повітря застосовують повітродувки П-3 з продуктивністю від $190\text{ м}^3/\text{хв}$ зі стисненням повітрям до $0,163\text{ МПа}$. Підготовлене повітря надходить до аеротенку та нітрифікатору.

ДР 2. Процес електролітичного одержання гіпохлориту натрію.

NaCl в сухому вигляді змішується з підготовленою технічною водою в спеціальній установці для отримання гіпохлориту натрію. Готовий розчин подається до ТП 8.

ДР 3. Приготування розчину FeCl_3

Для приготування розчину FeCl_3 з концентрацією $C=5\%$, змішують його з водопровідною водою та подають до ПВ 9.3 як коагулянт.

ДР 4. Приготування розчину $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Як підлужуючий реагент подають розчин гашенового вапна з концентрацією $C=1\%$ подають до ПВ 9.3

ТП 5. Механічне очищення стічних вод

ТП 5.1. Очищення стічних вод на решітках

Застосування решіток-дробарок дозволяє затримувати та подрібнювати крупне сміття безпосередньо в потоці стічних вод. Очищення здійснюють на решітках-дробарках РД-16. Швидкість руху рідини в отворах складає 1 м/с , продуктивність – $250\text{-}500\text{ кг/год}$. На даному етапі здійснюється технічний контроль

ТП 5.2. Очищення на пісковловлювачах

Метою даного етапу є видалення крупних механічних домішок розміром від $0,15\text{ мм}$ до $0,25\text{ мм}$ в пісковловлювачах П-17, так як в подальших спорудах, біологічного очищення, вони можуть накопичуватись в значних кількостях знижуючи їх ефективність роботи.

Горизонтальні пісковловлювачі забезпечують достатньо високий ефект затримки піску (приблизно $65\text{-}75\%$). Оптимальна швидкість руху води в горизонтальних пісковловлювачах $0,3\text{ м/с}$.

Піщану пульпу періодично вивантажують та подають на піскові майданчики до ЗВ 10.2 .

ТП 5.3. Відстоювання в первинних відстійниках

Стічні води подають до первинних радіальних відстійників В-18. Це залізобетонна споруда діаметром 18 м . Вода подається знизу через розподільчий пристрій в середині споруди. У воді, що проходить відстань від центру споруди до переливних лотків, завислі речовини осаджуються на дно споруди. Осад збирається мулоскребом до зони осаду, звідки видаляється та направляється до. Освітлена вода переливається через водозлив, після чого відводиться по кільцевому каналу у відповідну кишеню, а далі направляється до ТП 6. Ефективність освітлення складає 49% .

ТП 6. Біологічне очищення стічних вод

ТП 6.1. Очищення стічних вод в анаеробному біореакторі

До анаеробного біореактору АБ-19 надходить стічна вода та мулова суміш із нітрифікатору. Процес повинен проходити без доступу кисню, забезпечити перемішування пропелерними мішалками протягом 50 хвилин.

ТП 6.2 Очищення стічних вод в аеротенку

В аеротенк А-20 з регенерацією, подається стічна вода після перебування в анаеробного біореакторі, попередньо підготовлене повітря для аерації з ДР 1 та частина рециркуляційного активного мулу з вторинного відстійника. Суміш води з активним мулом направляється до нітрифікатору. На даному етапі здійснюється технічний, хімічний та мікробіологічний контроль.

ТП 6.3 Очищення стічних вод в нітрифікаторі

В нітрифікатор Н- 21 подається стічна вода із аеротенку та попередньо підготовлене повітря від ДР 1, процес нітрифікації триває 2,5 годин.

ТП 7 . Вторинне відстоювання

У вторинних відстійниках відбувається осадження пластівців активного мулу, утворена мулова вода направляється на насосну станцію, звідки рециркуляційний мул направляється до анаеробного біореактору.

ТП 8. Знезараження очищеної стічної води

На цій стадії відбувається змішування стічної води з гіпохлоритом натрію, який надходить від ДР 2.

Після змішування з реагентом стічні води потрапляють на знезаражування до контактного резервуара КР-25. Час контакту стічної води з хлорною водою становить 30 хв.

ПВ 9. Обробка осаду та надлишкового активного мулу

ПВ 9.1. Ущільнення надлишкового активного мулу

Метою даного етапу є зниження вологості осаду до 96-97 %, що зменшить об'єми осадів, полегшить його подальшу обробку і дозволить зменшити розміри наступних споруд обробки осадів.

Зменшення вологості й об'єму осадів гравітаційним методом здійснюється за допомогою мулоущільнювача.

ПВ 9.2 Збродження осаду в метантенку

Збродження при анаеробних умовах активного мулу та сирого осаду дозволяє стабілізувати їх – тобто запобігти загниванню. До метантенку М-27 підводиться тепло, що забезпечує підтримання термофільних умов (53-55 °С) в процесі зброджування, таким чином інтенсифікується метанове бродіння. Тривалість збродження складає 15 діб. Такий режим дозволяє уникнути стадії дегельмінтизації осадів.

ПВ 9.3 Коагуляція та флокуляція осаду

Для зміни структури та покращення водовіддаючих властивостей осад обробляються розчином коагулянту – FeCl_3 концентрацією $C=5\%$. При його застосуванні рН має становити 6,5-8, за температури 20-25 °С. Також використовують для підлучення розчин гашеного вапна $C=1\%$. Реагенти подаються від ДРЗ та ДР4.

ПВ 9.4 Зневоднення осаду на фільтр-пресі.

Осад з метантенку поступає фільтр-преси Ф-30 для зневоднення. Робочий тиск 0,16 мПа, здійснюється технічний контроль тиску. Утворений фільтрат подається на стадію ТП 5.1, а утворений осад на майданчики для збереження або на полігон для поховання.

ЗВ10 Утилізація відходів

ЗВ 10.1 Підсушування осаду на аварійних мулових майданчиках АМ-31. Осад, який пройшов усі стадії його переробки надходить на мулові майданчики для підсушування. В основі даного процесу лежить гравітаційне проціджування води, а також випаровування вологи з поверхні шару осаду. Підсушений осад вивозиться з очисної станції, а дренажна вода направляється на ТП 5.1.

ЗВ 10.2 Підсушування піщаної пульпи на піскових майданчиках

В основі даного процесу лежить гравітаційне проціджування води крізь пісок, а також випаровування вологи з поверхні шару осаду. Підсушений пісок вивозиться з очисної станції, а дренажна вода направляється на ТП 5.1.

3.3. Контроль процесу очищення стічної води

Для отримання необхідних показників якості очищеної стічної води на певному етапі технологічного процесу здійснюють методи контролю, наведені в таблиці

Таблиця 10. Параметри контролю виробництва

№	Стадія процесу	Параметр, що контролюється	Частота контролю	Норми технологічного режиму	Методи контролю	Метод контролю параметра, тип приладу
1	2	3	4	5	6	7
1	Стічні води кондитерської фабрики та міста	Витрати стічних вод, м ³ /добу	1 раз на добу	60 000	K _T	Акустичний витратомір
	Стічні води кондитерської фабрики та міста	pH	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	6,5- 8,5	K _x	Іономір лабораторний І- 1 60. Клас точності 3.
		Масова концентрація завислих речовин мг /дм ³	1 раз на добу	224	K _x	КНД 211.1.4.039-95
		БСК _{повн} мг/дм ³	2 рази на тиждень	1800	K _x	КНД 211.1.4.039-5

		Масова концентрація азоту амонійного мг/дм ³	1 раз в денну зміну	41	K _x	КНД 211.1.4.039-95
		Температура, °C	Кожні 2 години і 1 раз на добу	18,5	K _T	Вимірювання термометром
2	Підготовка аераційного повітря	Робочий тиск нагнітання в повітродувці, МПа	1 раз за годину	0,163	K _T	Манометр ОБМ1-100 Межа вимірювання 0-1 МПа. Клас точності 2,5
3	Підготовка підлужуючого реагента	Масова концентрація Ca(OH) ₂	1 раз за добу	1	K _x	Концентратомір КОХ-1
	Приготування розчину коагулянту FeCl ₃	Масова концентрація FeCl ₃	1 раз за добу	5	K _x	Концентратомір КОХ-1
	Приготування розчину коагулянту FeCl ₃	Масова концентрація FeCl ₃	1 раз за добу	5	K _x	Концентратомір КОХ-1
4	Очищення стічних вод на решітках	Масова концентрація домішок	1 раз на добу		K _T	КНД 211.1.4.039-95

5	Очищення стічних вод на пісковловлювачах		1 раз на добу		K_T	КНД 211.1.4.039-95
6	Первинне відстоювання	Ефективність видалення завислих речовин	2 рази на тиждень		K_x	КНД 211.1.4.039-95
7	Очищення стічних вод в анаеробному біореакторі	Масова концентрація БСК на виході, $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ тривалість	Кожні 2 години і 1 раз на добу	1800 50	K_x	КНД 211.1.4.039-95
8	Очищення в аеротенку	Масова концентрація БСК на виході, $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$	Кожні 2 години і 1 раз на добу	326	K_x	КНД 211.1.4.039-95
		Температура, $^{\circ}\text{C}$	Кожні 2 години і 1 раз на добу	18-20	K_T	Вимірювання термометром
9	Очищення стічних вод у нітрифікаторі	Тривалість	1 раз на добу	2,8	K_T	Вимірювання секундоміром
10	Вторинне відстоювання	Вологість надлишкового активного мулу	3 рази на тиждень	99	K_T	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд

11	Змішування стічної води з гіпохлоритом натрію	Доза NaOCl	1 раз на добу	30	K_x	Концентрато мір КОХ-1
12	Обробка осаду та надлишкового активного мулу	Доза FeCl_3 , Ca(OH)_2 , подання теплоагент у	1 раз на добу	5 1	K_x	Концентрато мір КОХ-1
13	Пскові майданчики	Вологість піщаної пульпи	1 раз на тиждень	80	K_T	Методика лабораторног о контролю за роботою каналізаційн их очисних споруд
14	Мулові майданчики	Вологість осаду	1 раз на тиждень	80	K_T	Методика лабораторног о контролю за роботою каналізаційн их очисних споруд

3.4. Матеріальний баланс

Виконано				Отримано			
стадія	сировина, напівпродукти	Кількість		стадія	сировина, напівпродукти	Кількість	
		г·10 ⁶	м ³			г·10 ⁶	м ³
1	2	3	4	5	6	7	8
ДР1	Очищене повітря	20	12,5	ТП4	Очищене повітря		12,5
ДР 2	Реагент FeCl ₃	9			Відходи	0,003	
ДР3	Реагент Ca(OH) ₂	30			Відходи	31300	
ТП6	Забруднена вода		10000		Очищена стічна вода	0,31	
ТП 7	Аераційне повітря		5000		Газ	0,31	
Всього:		32045,4	242227	Всього:		31300	15512

РОЗДІЛ 4. ХАРАКТЕРИСТИКА АЕРОТЕНКУ

4.1. Класифікація аеротенків

На сучасних станціях очистки стічних вод аеротенки є найпоширенішими спорудами біологічного очищення.

Аеротенк – споруда, у якому повільно рухається суміш активного мулу й стічних вод. Для забезпечення нормального перебігу процесу біологічного окислення у аеротенк повинен безперервно надходити кисень.

Аеротенки є найбільшими й енергозатратними ємнісними спорудами станцій очищення стічних вод. На стадії біологічного очищення видаляється не тільки основна маса органічних забруднень, але й забезпечується очищення від сполук азоту й основної частини сполук фосфору. Технічні й технологічні рішення, прийняті для аеротенків, багато в чому визначають як якість очищеної води, так і енергетичні характеристики станції очищення в цілому.

Аеротенки класифікують за наступними основними ознаками: [8]

- за гідравлічним режимом – аеротенки–витиснювачі, аеротенки– змішувачі і аеротенки з розосередженим впуском стічної води;
- за способом регенерування активного мулу – аеротенки з окремою регенерацією активного мулу і аеротенки без окремої регенерації активного мулу;
- за навантаженням на активний мул – високонавантажувані (аеротенки на неповне очищення), нормально навантажені (на повне очищення) і низьконавантажувані (аеротенки подовженої аерації);
- за кількістю ступенів – одно–, двох– і багатоступеневі;
- за типом аерації – з пневматичною, механічною, комбінованою гідродинамічною або пневмомеханічною;
- за способом компонування з вторинними відстійниками – аеротенки з окремо розташованими вторинними відстійниками і аеротенки, зблоковані з вторинними відстійниками (аеротенки–відстійники).

За структурою руху потоків очищуваної стічної води і поворотного активного мулу розрізняють:

- аеротенки–витиснювачі

В такій конструкції стічна вода й активний мул подаються зосереджено з однієї з торцевих сторін аеротенку, а випускаються також зосереджено з іншої торцевої сторони. Навантаження на активний мул знижується уздовж споруди.

- аеротенки – змішувачі [8]

Подача води й активного мулу і випуск здійснюється рівномірно уздовж довгих сторін коридора аеротенка. Повне змішування в них стічної води з муловою сумішшю забезпечує вирівнювання концентрацій мулу й швидкостей процесу біохімічного окислювання.

- аеротенки з розосередженим уздовж споруди впуском стічної води

В аеротенках, що працюють за такою схемою, активний мул подається зосереджено в торець головної частини аеротенка, а стічна вода підводиться у декількох точках за довжиною аеротенка, а відводиться зосереджено з його торцевої частини.

4.2. Технологічні розрахунки основних споруд

Розрахунок первинних відстійників

Ефективність E_{set} відстоювання обумовлюється тим, що на біологічне очищення рекомендується подавати воду з вмістом завислих речовин, який не перевищує 150 мг/дм³. Ефективність видалення завислих речовин у первинних відстійниках обчислюється за формулою:

$$E_{set} = \frac{C_{zp}^n - C_{zp}^k}{C_{zp}^n} \cdot 100\% = \frac{224 - 150}{224} \cdot 100 = 32\%,$$

де $C_{zp}^n = 216$ мг/дм³ - початкова концентрація завислих речовин на вході в споруду;

$C_{zp}^k = 150$ мг/дм³ концентрація завислих речовин на виході зі споруди, [5].

Тривалість відстоювання стічних вод, при якій забезпечується необхідний ефект прояснення стічних вод, визначається за таблицею:

Ефект освітлення, $E_{set}, \%$	Тривалість відстоювання у стандартному циліндрі $t_{set}, \text{с}$, при концентрації C_{zp} завислих речовин, мг/л	
	200	300
30	540	320

При $E_{set} = 31\%$ становить: $t_{set} = 517 \text{с}$.

Гідравлічна крупність частинок, які будуть затримуватись у первинних відстійниках, становить:

$$U_o = \frac{1000 \cdot K_{set} \cdot H_{set}}{\alpha \cdot t_{set} \cdot \left(\frac{K_{set} \cdot H_{set}}{h} \right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 0,45 \cdot 3,0}{1,0 \cdot 517 \cdot \left(\frac{0,45 \cdot 3,0}{0,5} \right)^{0,29}} = 1,95 \text{мм/с},$$

де $K_{set} = 0,45$ - коефіцієнт використання зони об'єму, залежить від типу відстійника; $H_{set} = 3,0$ - робоча глибина відстійника, залежить від типу відстійника;

$\alpha = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод ;

$t_{set} = 517 \text{с}$ - тривалість відстоювання;

$h = 0,5 \text{ м}$ - висота циліндра;

n_2 - показник ступеня, який залежить від агломерації частинок, приймається 0,29

Визначаємо продуктивність первинного відстійника. Для радіального типу відстійника:

$$q_{set} = 2,8 \cdot K_{set} \cdot (D^2 - d^2) (U_o - v) = 2,8 \cdot 0,45 (24^2 - 1,6^2) (1,95 - 0) = 1409 \text{ м}^3 / \text{год},$$

де $D = 30 \text{ м}$ – діаметр відстійника,; $d = 1,8 \text{ м}$ – діаметр розподільного пристрою радіального відстійника ; v - турбулентна складова приймається в залежності від швидкості руху стічних вод у споруді/

При визначенні розмірів відстійників доцільно орієнтуватися на розміри типових споруд [5, табл. 12.4-12.6] /Кількість відстійників повинна бути не менша двох. Кількість первинних відстійників визначається за формулою:

$$N = \frac{Q_{max}}{q_{set}} = \frac{3727,4}{1409} = 2,64 \approx 3 \text{ шт},$$

де Q_{max} – максимальна витрата суміші стічних вод, $3357 \text{ м}^3/\text{год}$.

Приймаємо 3 первинних радіальних відстійника діаметром 24 м.

Розраховуємо фактичну продуктивність одного відстійника діаметром 24 м:

$$q_{\phi} = \frac{Q_{max}}{N_{\phi}} = \frac{3257}{3} = 1086 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Фактична гідравлічна крупність затриманих частинок становить:

$$U_o^{\phi} = \frac{q_{\phi}}{2,8 \cdot K_{set} \cdot (D^2 - d^2)} = \frac{1119}{2,8 \cdot 0,45 \cdot (24^2 - 1,6^2)} = 1,54 \text{ мм/с}.$$

Фактична тривалість перебування стічних вод у первинному відстійнику становить:

$$t_{set}^{\phi} = \frac{1000 \cdot K_{set} \cdot H_{set}}{U_o^{\phi} \cdot \alpha \cdot \left(\frac{K_{set} \cdot H_{set}}{h} \right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 0,45 \cdot 3,0}{1,54 \cdot 1,0 \left(\frac{0,45 \cdot 2,0}{0,5} \right)^{0,29}} = 739 \text{ с}.$$

Фактична ефективність прояснення стічних вод при $C_{поч}$ і t_{set}^{ϕ} становить за (дод. К, табл. К.1): $E^{\phi} = 45,03\%$

Ефект освітлення, $E_{set}, \%$	Тривалість відстоювання у станартному циліндрі $t_{set}, \text{ с}$, при концентрації $C_{зр}$ завислих речовин, мг/л	
	200	300
30	540	320
40	650	450
50	900	640

При отриманому E^ϕ концентрація завислих речовин:

$$C_{зр}^{к, \phi} = C_{зр}^n - \frac{E^\phi \cdot C_{зр}^n}{100} = 216 - \frac{45,03 \cdot 216}{100} = 118,8 \text{ мг / дм}^3.$$

Маса сухої речовини осаду, що затримується у первинних відстійниках, становить:

$$M_{ос} = \frac{(C_{зр}^n - C_{зр}^{к, \phi}) \cdot Q_{сер.доб} \cdot K}{10^6} = \frac{(216 - 118,8) \cdot 54000 \cdot 1,2}{10^6} = 6,3 \text{ т / добу},$$

де $Q_{сер.доб}$ - витрата стічних вод, 54 000 м³/доб; $K=1,2$ – коефіцієнт, що враховує збільшення об'єму осаду за рахунок крупних часток зависі, які не виявляються при відборі проб для аналізу.

Добовий об'єм осаду:

$$V = \frac{100 \cdot M_{ос}}{100 - W_{ос}} = \frac{100 \cdot 6,3}{100 - 95} = 126 \text{ м}^3,$$

де $W_{ос}=95\%$ – вологість осаду.

Приймаємо за розрахунком кількість відстійників – 3 споруди, за типовим проектом ТП 902-2-363.83 типові розміри споруди:

- діаметр відстійника – 24 м;
- діаметр розподільного пристрою – 1.6;
- гідравлічна глибина – 3,4;
- висота зони осаду – 0.3;
- об'єм зони осаду – 210.

Розрахунок анаеробного біореактора

Робочий об'єм анаеробного біореактора:

$$W_{ан.б} = \frac{3727,4 \cdot 50}{60} = 3106 \text{ м}^3;$$

де Q_{\max} – максимальна витрата суміші стічних вод, 3727,4 м³/год, t_a -50 хв перебування води в біореакторі.

Площа:

$$S = \frac{W}{H} = \frac{3106}{4,4} = 706 \text{ м}^2$$

$$S = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} / 2 = \sqrt{\frac{4 \cdot 706}{3,14}} / 2 = 21 \text{ м}$$

Приймається 2 анаеробного біореактора з робочою глибиною $H = 4,4$ м.

Споруда – закритий анаеробний біореактор, герметична, з видаленням газу в систему вентиляції. Необхідно забезпечити перемішування пропелерними мішалками та дотримуватись анаеробних умов.

Розрахунок аеротенка

Значення БСК_{повн} суміші стічних вод, які надходять в аеротенк, становить 212,5 мг/дм³. Згідно [1], при концентрації БСК_{повн} < 500 мг/дм³ приймаємо аеротенк-витиснювач з регенерацією активного мулу (БСК_{повн} > 150 мг/дм³).

Попередньо приймаємо дозу активного мулу в зоні аерації 2,5 г/дм³ та значення мулового індексу 85 см³/г. Для прийнятих значень визначається ступінь рециркуляції активного мулу:

$$R = \frac{\frac{a_a}{\frac{1000}{J} - a_a}}{\frac{2,5}{\frac{1000}{85} - 2,5}} = 0,27,$$

де a_a – доза мулу, що приймається 2,5 г/дм³; J – муловий індекс, який приймається 85 см³/г.

Згідно з [1, п.6.145], значення R , при видаленні активного мулу з вторинних відстійників за допомогою мулососів має бути не менше 0,3, тому для подальших розрахунків приймається $R=0,3$.

Доза активного мулу в регенераторі визначається за формулою:

$$a_p = a_a \cdot \left(\frac{1}{2R} + 1 \right) = 2.5 \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot 0.3} + 1 \right) = 6,7 \text{ г/дм}^3.$$

Концентрація органічних забруднень за $BCK_{\text{повн}}$ в суміші стічних вод та циркуляційного активного мулу визначається за формулою:

$$L_{\text{сум}} = \frac{C_{\text{сум,БСК}}^a + C_{\text{БСК}}^k \cdot R}{1 + R} = \frac{212,5 + 15 \cdot 0,3}{1 + 0,3} = 167 \text{ мг/дм}^3,$$

де $C_{\text{сум,БСК}}^a = 212,5 \text{ мг/дм}^3$ - показник $BCK_{\text{повн}}$ стічних вод, що надходять в аеротенк, з врахуванням зниження БСК після первинного відстоювання на 15%; $C_{\text{БСК}}^k = 15 \text{ мг/дм}^3$ - показник $BCK_{\text{повн}}$ в очищеній воді після повного біологічного очищення.

Тривалість обробки стічних вод в аеротенку визначається за формулою:

$$t_a = \frac{2,5}{\sqrt{a_a}} \cdot \lg \frac{L_{\text{сум}}}{C_{\text{БСК}}^k} = \frac{2,5}{\sqrt{2,5}} \cdot \lg \frac{167}{15} = 1,62 \text{ год}.$$

Питома швидкість окиснення забруднень активним мулом визначається за формулою:

$$\begin{aligned} \rho &= \rho_{\text{max}} \frac{C_{\text{БСК}}^k \cdot C_o}{C_{\text{БСК}}^k \cdot C_o + K_L \cdot C_o + K_o \cdot C_{\text{БСК}}^k} \cdot \frac{1}{1 + \phi \cdot a_p} = \\ &= 85 \frac{15 \cdot 2}{15 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 15} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 6,7} = 16,5 \frac{\text{мг}}{\text{г} \cdot \text{год}}, \end{aligned}$$

де $\rho_{\text{max}} = 85 \text{ мг/(г} \cdot \text{год)}$ – максимальна швидкість окиснення стічних вод [5, табл.40]; C_o – концентрація розчиненого кисню в муловій суміші, яка приймається 2 мг/дм^3 ; K_L - константа, яка характеризує властивості органічних забруднень, складає $33 \text{ мг} \cdot \text{БПК}_{\text{повн}}/\text{дм}^3$ [5, табл.40]; K_o – константа, яка характеризує вплив кисню, становить $0,625 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ [5, табл.40]; ϕ - коефіцієнт інгібування продуктами розпаду активного мулу, складає $0,07 \text{ дм}^3/\text{г}$ [5, табл.40].

Тривалість окиснення органічних забруднень визначається за формулою:

$$t_o = \frac{C_{\text{сум,БСК}}^a - C_{\text{БСК}}^k}{a_p (1-S) \cdot \rho \cdot R} \cdot \frac{15}{T_{\text{сер.р}}} = \frac{212,5-15}{6,7(1-0,3) \cdot 16,5 \cdot 0,3} \cdot \frac{15}{25} = 5,1 \text{ год},$$

де S – зольність активного мулу, приймається 0,3; $T_{\text{сер.р}}$ – середньорічна температура стічних вод, становить 25 °С.

Тривалість регенерації активного мулу:

$$t_p = t_o - t_a = 5,1 - 1,6 = 3,5 \text{ год}.$$

Середня тривалість перебування стічних вод в системі аеротенк-регенератор буде дорівнювати:

$$t_{\text{сер}} = (1+R) \cdot t_a + t_p \cdot R = (1+0,3) \cdot 1,6 + 3,5 \cdot 0,3 = 3,13 \text{ год}.$$

Середня доза активного мулу в системі аеротенк-регенератор визначається за формулою:

$$a_{\text{сер}} = \frac{a_a (1+R) \cdot t_a + a_p \cdot R \cdot t_p}{t_{\text{сер}}} = \frac{2,5(1+0,3) \cdot 1,6 + 3,5 \cdot 0,3 \cdot 6,7}{3,13} = 3,9 \text{ г} / \text{дм}^3.$$

Навантаження на активний мул при прийнятих вихідних даних буде складати:

$$q_m = \frac{24(C_{\text{сум,БСК}}^a - C_{\text{БСК}}^k)}{a_{\text{сер}} \cdot (1-S) \cdot t_{\text{сер}}} = \frac{24(212,5-15)}{3,9 \cdot (1-0,3) \cdot 3,13} = 555 \text{ мг} / \text{г} \cdot \text{добу}.$$

З урахуванням навантаження на активний мул визначається фактичне значення мулового індексу, згідно [5,табл.41], яке становить: $I_{\phi} = 114 \text{ см}^3/\text{г}$.

При фактичному значення мулового індексу ступінь рециркуляції становитиме:

$$R^{\phi} = \frac{a_a}{\frac{1000}{I_m} - a_a} = \frac{2,5}{\frac{1000}{114} - 2,5} = 0,39.$$

Розрахунок вважається завершеним, коли нове значення R_{ϕ} не перевищує попереднього або відрізняється від нього в межах точності розрахунку 5%.

Робочий об'єм аеротенка та регенератора визначається за формулами:

$$W_a = (1+R) \cdot t_a \cdot Q_{\text{max}} = (1+0,3) \cdot 1,6 \cdot 3727,4 = 7753 \text{ м}^3;$$

$$W_p = t_p \cdot R \cdot Q_{\text{max}} = 3,5 \cdot 0,3 \cdot 3727,4 = 3913 \text{ м}^3,$$

де Q_{\max} – максимальна витрата суміші стічних вод, 3727,4 м³/год.

Загальний об'єм становить:

$$W = W_a + W_p = 7753 + 3913 = 11666 \text{ м}^3.$$

Об'єм однієї секції складає:

$$W_1 = \frac{W}{N} = \frac{11666}{2} = 5833 \text{ м}^3.$$

Приймається 2 секції трьохкоридорного аеротенку з робочою глибиною $H=4,4$ м; шириною секцій $B=6$ м [3, табл. 27.7].

Довжина секції становить:

$$L = \frac{W}{B \cdot H \cdot N \cdot n_k} = \frac{11666}{4,5 \cdot 3,2 \cdot 2 \cdot 3} = 135 \text{ м},$$

де $N=2$ – кількість секцій аеротенка, шт.; $n_k=3$ – кількість коридорів у секції, шт.

Визначається розподіл рециркуляційного активного мулу зі співвідношення:

$$\frac{W_p}{W} = \frac{3913}{11666} \cdot 100 = 33\%.$$

Приріст активного мулу в аеротенку розраховується за формулою:

$$P = 0,8 \cdot C_{3P}^{к,ф} + K_{\Pi} \cdot C_{\text{сум, БСК}}^a = 0,8 \cdot 118,8 + 0,3 \cdot 212,5 = 158,8 \text{ мг} / \text{дм}^3,$$

де $C_{3P}^{к,ф} = 212,5$ мг/дм³ – концентрація завислих речовин, що надходить в аеротенк³; K_{Π} – коефіцієнт приросту активного мулу, становить 0,3.

Аеротенки обладнуються системою аерації. Приймається дрібнобульбашкова система аерації, її розрахунок полягає у визначенні питомої витрати повітря на аерацію, яка визначається за формулою:

$$q_{\text{нов}} = \frac{q_o \cdot (C_{\text{сум}}^{\text{бнк}} - L_w)}{K_1 K_2 K_3 K_T (C_a - C_o)} = \frac{1,1 \cdot (212,5 - 15)}{1,34 \cdot 2,92 \cdot 0,85 \cdot 1,1 \cdot (10,1 - 2)} = 7,33 \text{ м}^3 / \text{м}^3,$$

де q_o – питома витрата кисню повітря, що приймається при повному біологічному очищенні 1,1 мг/дм³; $K_1 = 1,34$ – коефіцієнт, який враховує тип аератора і приймається для дрібнобульбашкової аерації в залежності від співвідношення площі аерованої зони та аеротенка (0,3/0,6) $K_2 = 2,92$ – коефіцієнт, який залежить від глибини занурення аераторів [5, табл.43], (дод. К.10); $K_3 = 0,85$ – коефіцієнт

якості води для міських стічних вод [5, табл.44], (дод. К.9); K_T – коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод, який визначається в залежності від середньомісячної температури стічних вод ($T_{\text{сер.р}}$) за виразом:

$$K_T = 1 + 0,02 \cdot (T_{\text{сер.р}} - 20) = 1 + 0,02 \cdot (25 - 20) = 1,1,$$

де C_a – розчинність кисню повітря у воді, яка визначається в залежності від глибини занурення аераторів (h_a) за формулою:

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20,6}\right) \cdot C_T = \left(1 + \frac{4,4}{20,6}\right) \cdot 8,33 = 10,1 \text{ мг/дм}^3,$$

де C_T – розчинність кисню у воді в залежності від температури та атмосферного тиску, становить 8,33 мг/дм³ [5, табл. 3.5, дод. К.11]; C_o – середня концентрація кисню в аеротенку, яку приймають 2 мг/дм³.

Інтенсивність аерації мулової суміші в аеротенку визначається за формулою:

$$I = \frac{q_{\text{пов}} \cdot H}{t_{\text{сер}}} = \frac{7,33 \cdot 4,4}{3,13} = 10,3 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год}),$$

де $H = 4,4$ м – глибина аеротенка.

$$I_{\text{max}} = 75, I_{\text{min}} = 3$$

В регенераторах рекомендується приймати кількість аераторів у 2 рази більшою, ніж в аеротенках, тоді інтенсивність аерації буде складати: в аеротенку - $I_a = 0,67 I_{\text{сер}}$, у регенераторі - $I_p = 1,33 I_{\text{сер}}$.

$$I_p = 1,33 \cdot I = 1,33 \cdot 7,33 = 9,7 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год}),$$

$$I_a = 0,67 \cdot I = 0,67 \cdot 7,33 = 4,9 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год}),$$

Отримані значення знаходяться в межах $I_a^{\text{min}} < I_a$, $I_p < I_a^{\text{max}}$.

Загальна витрата повітря, яке подається в аеротенк, визначається за середньою витратою стічних вод за час аерації в години максимального припливу:

$$Q_{\text{пов}}^{\text{сер}} = q_{\text{пов}} \cdot Q_{\text{max}} = 7,33 \cdot 3727,4 = 27322 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Повітродувки підбирають за каталогом, виходячи із загальних витрат напору і розрахункової витрати повітря.

Розрахунок нітрифікатора

Для видалення із стічних вод сполук амонійного азоту використовують нітрифікатор на базі аеротенка.

Тривалість нітрифікації:

$$t_n = \frac{N_{NH_4^+}^{поч} - N_{NH_4^+}^{кінц}}{C_1 \cdot \rho_1} = \frac{20 - 2}{2,5 \cdot 0,7 \cdot 4} = 2,5 \text{ год}$$

$N_{NH_4^+}^{поч}$ - початкова концентрація азоту амонійного, мг/дм³, $N_{NH_4^+}^{кінц}$ - необхідна концентрація азоту амонійного мг/дм³, C_1 - концентрація нітрифікуючого активного мулу по беззольній речовині г/дм³, ρ_1 - швидкість окислення азоту амонійного відносно до 1 г беззольної речовина мулу

Загальний об'єм становить:

$$W_n = (1 + R) \cdot t_n \cdot Q_{\max} = (1 + 0,3) \cdot 2,8 \cdot 3727,4 = 13567,7 \text{ м}^3;$$

Об'єм однієї секції складає:

$$W_1 = \frac{W}{N} = \frac{13567,7}{2} = 6783,8 \text{ м}^3.$$

За типовим проектом 902-2-179 приймаємо 2 секції трьохкоридорного аеротенку з робочою глибиною Н= 4,4 м; шириною секцій В=6 м [5,табл 27.7].

Довжина секції становить:

$$L = \frac{W}{B \cdot H \cdot N \cdot n_k} = \frac{13567,7}{4,5 \cdot 3,2 \cdot 2 \cdot 4} = 125 \text{ м},$$

де $N = 2$ – кількість секцій аеротенка, шт.; $n_k = 4$ – кількість коридорів у секції, шт.

Нітрифікатор обладнується системою аерації. Приймається дрібнобульбашкова система аерації, її розрахунок полягає у визначенні питомої витрати повітря на аерацію, яка визначається за формулою:

$$q_{нов} = \frac{q_o \cdot (C_{сум}^{бнк} - L_w)}{K_1 K_2 K_3 K_T (C_a - C_o)} = \frac{2,5 \cdot (20 - 2)}{1,34 \cdot 2,92 \cdot 0,85 \cdot 1,1 \cdot (10,1 - 2)} = 1,51 \text{ м}^3 / \text{м}^3,$$

Загальна витрата повітря, яке подається в нітрифікатор, визначається за середньою витратою стічних вод за час аерації в години максимального припливу:

$$Q_{\text{пов}}^{\text{сеп}} = q_{\text{нов}} \cdot Q_{\text{max}} = 1,51 \cdot 3727,4 = 5628,3 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Розрахунок вторинних відстійників

Вторинні відстійники служать для затримання активного мулу після аеротенків, число яких варто приймати не менше трьох за умови, що усі відстійники є робочими. Приймаються радіальні вторинні відстійники.

Розрахунок вторинних відстійників здійснюється за гідравлічним навантаженням на одиницю площі поверхні, яке для відстійників після аеротенків визначається за формулою:

$$q = \frac{4,5 \cdot K_{\text{відст.}} \cdot H_{\text{з.в.}}^{0,8}}{(0,1 \cdot J_{\text{м}}^{\phi} \cdot a_{\text{а}})^{0,5-0,01 \cdot a_{\text{т}}}} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3,1^{0,8}}{(0,1 \cdot 114 \cdot 2,5)^{0,5-0,01 \cdot 15}} = 1,37 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^2 \cdot \text{год}},$$

де $K_{\text{відст.}}$ - коефіцієнт використання об'єму відстійників, що приймається для радіальних - 0,4 $H_{\text{з.в.}} = 3,1$ - глибина зони відстоювання, м; $J_{\text{м}}^{\phi} = 114$ – фактичне значення мулового індексу, $\text{см}^3/\text{г}$; $a_{\text{а}}$ - концентрація активного мулу в аеротенку, $15 \text{ г}/\text{дм}^3$; $a_{\text{т}}$ - концентрація активного мулу у воді після відстоювання ($15 \text{ мг}/\text{дм}^3$), $\text{мг}/\text{дм}^3$.

Загальна площа поверхні вторинних відстійників визначається за формулою:

$$F_{\text{відст.}} = \frac{Q_{\text{max}}}{q} = \frac{3357}{1,37} = 2450 \text{ м}^2,$$

де Q_{max} – максимальна витрата стічних вод з врахуванням рециркуляційної витрати (при необхідності), $3357 \text{ м}^3/\text{год}$.

Кількість вторинних відстійників приймається не менше трьох, усі відстійники – робочі:

$$N = \frac{F_{\text{відст.}} \cdot 4 \cdot K}{\pi D^2} = \frac{2450 \cdot 4 \cdot 1,2}{3,14 \cdot 30^2} = 6,4 \text{ шт}$$

Приймаємо 6 вторинних радіальних відстійника з діаметром 30 м.

Приймаємо такі розміри відстійника за типовим проектом 902-2-88/75:

- діаметр 30 м;
- глибина – 3,7 м;
- діаметр трубопроводу (підвідного) – 1400 мм;
- діаметр трубопроводу (відвідного) – 900 мм;
- об'єм зони (мулової) - 440 м³;
- об'єм зони (відстійника) – 2190 м³

4.3. Характеристика обраного аеротенка

Однією із головних споруд для біологічного очищення у проекті є аеротенк, вигляд якого представлений на кресленні. Аеротенк являє собою резервуар, в якому забруднення окислюються мікроорганізмами, які містяться в активному мулі.

За результатами розрахунків був прийнятий аеротенк за типовим проектом 902-2-193. Приймається 2 секції трьохкоридорного аеротенку із робочою глибиною – 4,4 м, шириною секції – 6 м. Довжина секції 135 м, об'єм однієї секції 5254 м³.

В даному аеротенку передбачена регенерація активного мулу. Ступінь регенерації складає 33 %, тобто під регенератор відводиться один коридор аеротенку. Аеротенки обладнуються системою аерації. Приймається дрібнобульбашкова система аерації.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

5.1. Повітря робочої зони

Згідно ДСН 3.3.63042-99 працівники виконують роботу категорії середньої важкості Іб, працівники лабораторії виконують роботу категорії легкої важкості Іб, роботи в цеху відносяться до категорії Па.

Кількість технологічних та вентиляційних викидів в атмосферу не значна і не чинить негативний вплив на оточуюче середовище.

Для зменшення шкідливих виробничих факторів передбачені наступні заходи:

- все обладнання та робочі місця із застосуванням шкідливих речовин оснащені системами витяжної вентиляції, що забезпечує вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони нижче ГДК.
- хлораторні, що розташовані у блоках очисних споруд ізолюються від інших приміщень. В них передбачена аварійна вентиляція

5.2. Виробниче освітлення

При роботі на очисних спорудах недостатнє освітлення не лише втомлює очі, а й призводить до зниження продуктивності праці, надмірна яскравість може спричинити головний біль. Порушення гостроти зору та навіть тимчасове засліплення. [16]

Усі агрегати та механізми у приміщеннях насосних станцій забезпечуються природним та штучним освітленням.

Окрім робочого освітлення передбачається аварійне освітлення електричними ліхтарями.

5.3. Захист від виробничого шуму та вібрації

Основними законодавчими документами з охорони праці стосовно вібрації є ДСН 3.3.6.039-99. [17]

Щоб послабити вібрацію, яка може передаватися на робоче місце застосовують амортизуючі сидіння та вібропоглинаючі настили.

Для індивідуального захисту використовують рукавиці та спеціальне взуття. При роботі з ручними машинами, сумарний час роботи в контакті з вібрацією не повинен перевищувати 2/3 робочої зміни.

На виробничих об'єктах для боротьби з шумом проводять такі заходи:

- усунення джерел шуму чи послаблення в процесі конструювання обладнання;
- застосовувати засоби індивідуального захисту;
- профілактичні заходи медичного характеру;
- раціональне планування приміщень та цехів;

5.4. Електробезпека

Електричне обладнання живиться від трьохфазної електричної мережі. Напруга в мережі $U = 220 - 380 \text{ В}$, потужність $N = 380 \text{ кВт}$.

Потужність споживається електродвигунами насосів, вентиляторів і повітродувок. Електроприймачі станції очистки води відносяться до споживачів першої категорії по безперебійності електропостачання.

Електротехнічне обладнання приміщень метантенків повинно мати резервне електроживлення, щоб забезпечити постійну роботу вентиляторів.

Для попередження ураження робочих електричним струмом передбачаються наступні заходи:

- для забезпечення електробезпеки застосовується захисне заземлення корпусу обладнання;
- при обслуговуванні електричних установок передбачається використання діелектричних рукавичок, інструментів з ізольованими рукоятками, діелектричної взуття та ізолюючих підставок;
- ізоляція струмоведучих частин і огорожу обладнання.

5.5. Пожежна безпека

Пожежний захист об'єктів та споруд повинен відповідати вимогам Закону України «Про пожежну безпеку» та ДБН 360-92.

Пожежні крани повинні бути справними та доступними для використання. Об'єкти водопостачання та каналізації треба забезпечувати пожежними житами та стендами, укомплектованими пожежним інвентарем [19].

У приміщенні насосної станції потрібно вивісити загальну схему протипожежного водопостачання та схему обв'язки насосів.

Не дозволяється користуватись відкритим вогнем та палити в приміщеннях резервуарів та решіток, в приміщеннях де знаходяться хлораторні установки.

Не дозволяється паління біля відкритого колодязя, застосовувати вогонь у колодязі та над відкритим люком.

Під час експлуатації будівель виробничого та складського призначення в усіх приміщеннях повинні дотримуватись вимог Правил пожежної безпеки в Україні.

Майданчики, де розміщені метантенки та газгольдери повинні мати огорожу.

5.6. Безпека обслуговування обладнання

Проводити експлуатацію двигунів можуть лише працівники, які мають відповідну кваліфікацію і пройшли навчання та перевірку знань з питань охорони праці.

Усі роботи, пов'язані із розвантаженням сипучих реагентів і приготування розчинів виконуються у захисних окулярах, спецодязі та гумових рукавичках. Приготування вапняного розчину виконують у протигазі.

Робочі проходи навколо піскоуловлювачів влаштовують з огороженнями, що дозволяють зручно і безпечно перекривати шибери й очищати камери від піску. Решітки очищають лиш граблями. У разі механічного очищення решіток відходи, що залишилися на граблях, скидають у спеціально призначену тару.

Піскоуловлювачі в міру нагромадження осаду очищають вручну бригадою не менше трьох чоловік.

Хлораторні та амонізаційні установки обслуговуються кваліфікованими працівниками, вони повинні знати поводження із захисними засобами. Методами усунення витоків хлору та аміаку.

Відходи до вивезення необхідно зберігати в контейнерах з кришками і щодня посипати хлорним вапном, використовуючи при цьому засоби індивідуального захисту. Контейнери підлягають перевірці на справний стан не рідше одного разу на рік.

Відбір проб стічних вод з відкритих споруд повинен проводитися з робочих площадок, що мають захисні огороження. Обертові частини приводів мулові скребки відстійників повинні мати захисні огороження.

Забороняється ручна очистка ходового шляху візків мулових скребків, мулососів відстійників.

Споруди мулових майданчиків для сушіння осаду повинні мати зручні підходи і огорожу, що забезпечують безпечну роботу оператора.

Охорона вод включає систему заходів, які спрямовані на попередження й усунення наслідків забруднення, засмічення й виснаження вод. На основі комплексного системного підходу розроблено комплекс стандартів у галузі охорони вод.

Цілями цього комплексу є забезпечити водокористувачів водою необхідної якості та достатньої кількості, раціональне використання вод, збереження водних об'єктів та екосистем.

Також важливим є застосування заходів щодо охорони малих річок. Для малих річок існує велика небезпека замулення, так як вони мають невеликі витрати води та слабке розбавлення стоків.

ВИСНОВКИ

В дипломному проекті розроблено технологічну схему анаеробно-аеробного біологічного очищення стічних вод кондитерської фабрики та м. Кропивницький.

Розраховано та спроектовано трьохкоридорний аеротенк-витиснювач за типовим проектом 902-2-179. Було розраховано споруди механічного та біологічного очищення: первинні відстійники, анаеробний біореактор, аеротенк, нітрифікатор та вторинні відстійники.

Наведені заходи охорони праці у роботі з очисними спорудами, правила техніки безпеки біля аеротенку, метантенку, газгольдеру.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Заниздра В. Технологические схемы прозводства мучных кондитерских изделий // Производство мучных кондитерских изделий. – 2016. – №1. – С. 1-2 .
2. Комаров В.И Проблемы экологии в пищевой промышленности / В.И. Комаров, Т.А. Мануйлова // Экология и промышленность России. – 2002. – №14. – С. 4-7.
3. Скосырева Е.В. Совершенствования технологического режима очистки сточных вод кондитерских предприятий/ Е.В. Скосырева, В. Н. Саинова//Вестник ТГУ. – 2012. – Т.17, №6. – С. 16
4. Саблій Л.А. Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод: автореф. дис. д-ра техн. наук / Л.А. Саблій. – Київ, 2011. – 40 с.
5. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування: ДБН В.25 - 75:2013. – Замість СНиП 2.04.03-85; чинний від 2014-01-01. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального комплексу України, 2012. – 207 с. Канализация населенных мест и промышленных предприятий / [Лыхачев Н.И., Ларин И.И., Хаскин С.А. и др.]; под общ. ред. В.Н. Самохина. – 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1981. – 691 с. (Справочник проектировщика).
6. Таварткіладзе І. М. Водовідведення. Очистка стічних вод: навчальний посібник: у 2-х кн. Кн. 1: Очистка міських та промислових стічних вод /І.М. Таварткіладзе, О.М. Нечипор. –К.: КНУБА, 2014. – 252 с.
7. Комаров В.И Проблемы экологии в пищевой промышленности / В.И. Комаров, Т.А. Мануйлова // Экология и промышленность России. – 2002. – №14. – С. 4-7.
8. Айрапетян Т. С. Конспект лекцій з дисциплін «Очистка побутових стічних вод» та «Споруди та обладнання водовідведення» (Модуль 2. Очистка стічних вод) (для студентів 4 курсу денної і 5 курсу заочної форм навчання напрямів підготовки 6.060101 «Будівництво» (спеціальність «Водопостачання та водовідведення») та 6.060103 «Гідротехніка (Водні

ресурси)»)/ Т. С. Айрапетян; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 121 с.

9. Голубовская Э. К.. Биологические основы очистки воды / Э. К.Голубовская. — М.: Высшая школа. — 268 с.. 1978
10. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води. – К.:Вища школа, 2005. – 671 с.
11. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод. – Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», - 2002. – 622 с.
12. Обладнання та проектування в біоенергетиці та водоочищенні і управління безпекою праці. Підручник / Під. ред. Л.А. Саблій. – Рівне: НУВГП, 2016. – 356с.
13. Орленко А.Т. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» в дипломних проектах і роботах студентів ф-ту біотехнології та біотехніки / А.Т. Орленко, Н.А. Праховік, Ю.О. Полукаров. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 33 с.
14. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Біотехнології очищення води» напряму підготовки 6.051401 - біотехнологія. Електронне видання. Уклад.: Саблій Л.А., Бойчук С.Д., Жукова В.С. – К.: НТУУ «КПІ», 2013.–58с.
15. Гіроль М. М. Охорона праці у водопровідно-каналізаційному господарстві : навч. посіб. / М. М. Гіроль, М. В. Бернацький, В. Є. Хомко ; за ред. М. М. Гіроля. - Рівне : НУВГП, 2010. - 351 с.
16. Мацнев А.І., Саблій Л.А. Водовідведення на промислових підприємствах. Навч. посібник. - Рівне, 1998. - 31 с.
17. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.
18. ДСН 3.3.6. 037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
19. ДБН 360-92. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень.

20. Сухарев С.М. Основи екології та охорони довкілля. Навчальний посібник / С.М. Сухарев, С.Ю. Чундак, О.Ю. Сухарева. – Київ, 2006. – 394 с.
21. Жмур Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. – М.: АКВАРОС, 2003 – 512 с. – ISBN 5-901652-05-3.
22. Вижевська Т. С., Новицька О. С. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Водовідвідні системи промислових підприємств» для студентів спеціальностей 7.06010108, 8.06010108 «Водопостачання і водовідведення» денної і заочної форм навчання. Частина 1/Вижевська Т. С., Новицька О.С. – Рівне: НУВГП, 2014. – 32с.
23. Воронов Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод / Ю. В. Воронов, С. В. Яковлев: – М.: Издательство Ассоциация строительных вузов, 2006 – 704 с.
24. Мягченко О.П. Основи екології: підручник / О.П. Мягченко. – К.: центр учбової літератури, 2010. – 312 с.